

TOSHIBA Carrier
Corporation 東芝キャリア 技術史
History of Technology

TOSHIBA Carrier
Corporation 東芝キャリア 技術史
History of Technology



東芝キャリアグループ経営方針

経営理念

良き地球市民として

1. 人間社会と地球環境に貢献します
2. お客様の声に忠実な事業活動をします
3. 健全で透明な経営をします

経営ビジョン

東芝キャリアグループは、ヒートポンプ技術を軸に、
お客様のさまざまなご要望に的確にお応えできる
熱応用ソリューションによる最高品質の製品・サービスを
提供することにより、社会ならびに地球環境に貢献し、
グローバルに成長する環境創造企業を目指します。

| | |
|---------------------------|-----|
| 東芝キャリアのあゆみ | P3 |
| 巻頭言／e-THIRD竣工に寄せて | |
| 取締役 執行役社長 久保徹 | P7 |
| (株)東芝 執行役常務CTO 石井秀明 | P8 |
| ／ごあいさつ | |
| 統括技師長 佐藤雄彦 | P9 |
| 技術年表 | |
| 熱源製品／設備用パッケージ | P11 |
| 業務用空調製品 | P13 |
| 家庭用エアコン | P15 |
| 冷凍機器 | P17 |
| 換気機器 | P18 |
| 給湯・温水機器 | P19 |
| 環境問題に対する世界の動きと東芝キャリアの取り組み | P21 |
| エクセレントECP認定製品一覧 | P25 |
| 初物語 | |
| 東芝キャリアとロータリーコンプレッサ | P27 |
| 制御器 | P31 |
| 家庭用室内ユニット形態 | P35 |
| モジュールコンセプトの進化 | P37 |
| 通年エネルギー消費効率算定基準 | P41 |
| インバータ&グリーン戦略、はじめの一步 | P45 |
| ビル用マルチ空調システムのあゆみ | P48 |
| JV発足とそれからの20年 | P51 |
| NATセンターの歴史 | P55 |
| 今後の技術展望 | P59 |
| e-THIRD紹介 | P61 |
| 評価・受賞 | P63 |
| 編集後記 | |

東芝キャリアのあゆみ ②

世の中の動き

ニュース & トピックス

東芝のあゆみ

東洋キャリア工業のあゆみ

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|------------|--|------------|--|------------|--|------------|---|-----------|--|
| 1995 (H7) | ▲パブル崩壊 → 平成不況 ▲産業廃棄物問題深刻化 ▲地球温暖化警鐘 ▲オゾン層破壊係数ゼロ冷媒への切替開始 | 2000 (H12) | ▲ISO14001発行 ▲特定フロン(CFC-12, CFC-11)全廃 ▲COP3 京都議定書温室効果ガス削減目標 | 2005 (H17) | ▲京都議定書発効 ▲欧州 ErP Lot指令スタート ▲RoHS, WEEE ▲REACH | 2010 (H22) | ▲リーマンショック(世界的金融危機) ▲東日本大震災 ▲タイ洪水 ▲欧州・日本 ヒートポンプが再生可能エネルギーとして認知 | 2015 (H27) | ▲欧州F-gas総量規制 ▲欧州F-gas表示規制 ▲モントリオール議定書 地球温暖化係数総量の段階的削減決定 | 2020 (R2) | |
|-----------|---|------------|--|------------|--|------------|--|------------|---|-----------|--|

| | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|---|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--|
| 1993年 | 1994年 | 1999年 | 2003年 | 2008年 | 2010年 | 2011年 | 2014年 | 2018年 | 2020年 |
| ・電気代半分「TWINDD」シリーズ発売 | ・水冷モジュールチラー発売 | ・米キャリア社と東芝が「戦略的提携」調印 ・東芝キャリア株式会社設立 | ・スーパーモジュールマルチ(SMMS)発売 | ・国内三社統合 新生 東芝キャリア株式会社スタート | ・ユニバーサルスマートX(USX)発売 | ・グローバルジャンプスタート | ・VISION2020締結 | 富士事業所内にグローバル技術開発拠点 e-THIRD竣工 | 2020年 世界初 トリプルロータリーコンプレッサ開発 |
| 1990年 | 1991年 | 2001年 | 2008年 | 2008年 | 2008年 | 2008年 | 2008年 | 2018年 | 2020年 |
| ・日本初 スタイリッシュエアコン発売 | ・掛川開発センター竣工 | ・店舗オフィス用エアコンの1.5~10HPを 全てインバータ機でラインナップ スーパーパワーエコ/スマートエコ | ・インバータエアコンでんきの礎 登録 | ・インバータエアコンでんきの礎 登録 | ・インバータエアコンでんきの礎 登録 | ・インバータエアコンでんきの礎 登録 | ・インバータエアコンでんきの礎 登録 | ロータリーコンプレッサB形シリーズ 未来技術遺産登録 | 2020年 SMMS-U発売 2020年 USXEDGE32発売 2020年 インバータエアコンIEEEマイルストーン認定 |

1993 高落差実験タワー建設
富士工場創立50周年

1994 ISO9001認証取得

1995 広東東芝冷凍設備有限公司(GMMC)設立

1997 富士事業所 ISO14001取得

1998 新冷媒R410A採用 大浦快LDRシリーズ発売

1999 空気清浄機組込エアコンを「大浦快」シリーズと呼称する

2000 R410A採用店舗オフィス用エアコン「パワーエロ」シリーズ発売(世界初)

2001 インバータ搭載自動運転換気システム

2002 大浦快R410A採用 大浦快UDRシリーズ発売

2003 大浦快NDRシリーズ発売

2004 大浦快PDRシリーズ発売

2005 インバータオフショーカー発売

2006 新冷媒R410A採用 スーパーフレックスモジュールチラー発売

2007 大浦快BDRシリーズ発売

2008 大浦快DDRシリーズ発売

2009 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2010 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2011 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2012 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2013 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2014 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2015 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2016 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2017 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2018 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2019 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2020 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2021 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

東芝とキャリア社とのJVスタート

1993 富士工場創立50周年

1994 ISO9001認証取得

1995 広東東芝冷凍設備有限公司(GMMC)設立

1997 富士事業所 ISO14001取得

1998 新冷媒R410A採用 大浦快LDRシリーズ発売

1999 空気清浄機組込エアコンを「大浦快」シリーズと呼称する

2000 R410A採用店舗オフィス用エアコン「パワーエロ」シリーズ発売(世界初)

2001 インバータ搭載自動運転換気システム

2002 大浦快R410A採用 大浦快UDRシリーズ発売

2003 大浦快NDRシリーズ発売

2004 大浦快PDRシリーズ発売

2005 インバータオフショーカー発売

2006 新冷媒R410A採用 スーパーフレックスモジュールチラー発売

2007 大浦快BDRシリーズ発売

2008 大浦快DDRシリーズ発売

2009 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2010 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2011 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2012 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2013 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2014 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2015 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2016 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2017 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2018 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2019 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2020 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2021 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

東芝キャリアのあゆみ

2008 大浦快PDRシリーズ発売

2009 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2010 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2011 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2012 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2013 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2014 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2015 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2016 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2017 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2018 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2019 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2020 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2021 ヒートポンプ給湯機「エコユート」ESTIA発売

2nd Generation インバータ & グリーン戦略を空調機、冷凍機、熱源機器などへ展開 B to Bに軸足を移すとともに、海外事業を拡大していった時代 3rd Generation

1993 ISO9001認証取得

1994 水冷モジュールチラー発売(日本初)

1995 阪神大震災発生に
津山工場救援隊現地に急行

1997 日冷工「校正検定証書」を受ける

1998 米キャリア社長と
APO新任社長エース氏来日

1999 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 大浦快LDRシリーズ

2000 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 新インバータ駆動コンプレッサシステム及び大浦快シリーズ

2001 省エネ大賞2000 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2002 省エネ大賞2001 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2003 省エネ大賞2002 資源エネルギー庁長官賞受賞 Newスーパーパワーエコシリーズ

2004 省エネ大賞2003 省エネルギーセンター会長賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2005 省エネ大賞2004 資源エネルギー庁長官賞受賞「ほっとパワーエコBig」

2006 省エネ大賞2005 省エネルギーセンター会長賞受賞 インバータオフショーカー

2007 省エネ大賞2006 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2008 省エネ大賞2007 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快BDR」

2009 省エネ大賞2008 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコユート

2010 省エネ大賞2009 省エネルギーセンター会長賞受賞「ほっとパワーエコウルトラBIG」

2011 省エネ大賞2010 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快」

2012 省エネ大賞2011 経済産業大臣賞受賞 ユニバーサルスマートX

2013 省エネ大賞2012 技術)を授賞 高効率可変気筒ロータリーコンプレッサ

2014 省エネ大賞2013 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2015 省エネ大賞2014 省エネルギーセンター会長賞受賞「エスティアプレミアムモデル」

2016 省エネ大賞2015 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2017 省エネ大賞2016 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2018 省エネ大賞2017 資源エネルギー庁長官賞受賞「ユニバーサルスマートXEDGE」

2019 省エネ大賞2018 経済産業大臣賞受賞「ポットソール」空調システム「FLEAIR」

2020 省エネ大賞2019 省エネルギーセンター会長賞受賞「大形冷凍機「PROCOOL」」

社外表彰 / 顕彰

1993 ISO9001認証取得

1994 水冷モジュールチラー発売(日本初)

1995 阪神大震災発生に
津山工場救援隊現地に急行

1997 日冷工「校正検定証書」を受ける

1998 米キャリア社長と
APO新任社長エース氏来日

1999 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 大浦快LDRシリーズ

2000 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 新インバータ駆動コンプレッサシステム及び大浦快シリーズ

2001 省エネ大賞2000 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2002 省エネ大賞2001 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2003 省エネ大賞2002 資源エネルギー庁長官賞受賞 Newスーパーパワーエコシリーズ

2004 省エネ大賞2003 省エネルギーセンター会長賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2005 省エネ大賞2004 資源エネルギー庁長官賞受賞「ほっとパワーエコBig」

2006 省エネ大賞2005 省エネルギーセンター会長賞受賞 インバータオフショーカー

2007 省エネ大賞2006 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2008 省エネ大賞2007 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快BDR」

2009 省エネ大賞2008 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコユート

2010 省エネ大賞2009 省エネルギーセンター会長賞受賞「ほっとパワーエコウルトラBIG」

2011 省エネ大賞2010 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快」

2012 省エネ大賞2011 経済産業大臣賞受賞 ユニバーサルスマートX

2013 省エネ大賞2012 技術)を授賞 高効率可変気筒ロータリーコンプレッサ

2014 省エネ大賞2013 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2015 省エネ大賞2014 省エネルギーセンター会長賞受賞「エスティアプレミアムモデル」

2016 省エネ大賞2015 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2017 省エネ大賞2016 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2018 省エネ大賞2017 資源エネルギー庁長官賞受賞「ユニバーサルスマートXEDGE」

2019 省エネ大賞2018 経済産業大臣賞受賞「ポットソール」空調システム「FLEAIR」

2020 省エネ大賞2019 省エネルギーセンター会長賞受賞「大形冷凍機「PROCOOL」」

社外表彰 / 顕彰

1993 ISO9001認証取得

1994 水冷モジュールチラー発売(日本初)

1995 阪神大震災発生に
津山工場救援隊現地に急行

1997 日冷工「校正検定証書」を受ける

1998 米キャリア社長と
APO新任社長エース氏来日

1999 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 大浦快LDRシリーズ

2000 省エネ大賞1999 通商産業大臣賞受賞 新インバータ駆動コンプレッサシステム及び大浦快シリーズ

2001 省エネ大賞2000 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2002 省エネ大賞2001 資源エネルギー庁長官賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2003 省エネ大賞2002 資源エネルギー庁長官賞受賞 Newスーパーパワーエコシリーズ

2004 省エネ大賞2003 省エネルギーセンター会長賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2005 省エネ大賞2004 資源エネルギー庁長官賞受賞「ほっとパワーエコBig」

2006 省エネ大賞2005 省エネルギーセンター会長賞受賞 インバータオフショーカー

2007 省エネ大賞2006 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコシリーズ

2008 省エネ大賞2007 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快BDR」

2009 省エネ大賞2008 経済産業大臣賞受賞 スーパーパワーエコユート

2010 省エネ大賞2009 省エネルギーセンター会長賞受賞「ほっとパワーエコウルトラBIG」

2011 省エネ大賞2010 資源エネルギー庁長官賞受賞「大浦快」

2012 省エネ大賞2011 経済産業大臣賞受賞 ユニバーサルスマートX

2013 省エネ大賞2012 技術)を授賞 高効率可変気筒ロータリーコンプレッサ

2014 省エネ大賞2013 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2015 省エネ大賞2014 省エネルギーセンター会長賞受賞「エスティアプレミアムモデル」

2016 省エネ大賞2015 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2017 省エネ大賞2016 省エネルギーセンター会長賞受賞「ユニバーサルスマートX3」

2018 省エネ大賞2017 資源エネルギー庁長官賞受賞「ユニバーサルスマートXEDGE」

2019 省エネ大賞2018 経済産業大臣賞受賞「ポットソール」空調システム「FLEAIR」

2020 省エネ大賞2019 省エネルギーセンター会長賞受賞「大形冷凍機「PROCOOL」」



グローバルに成長する 環境創造企業をめざして

取締役 執行役社長 久保 徹

2020年(令和2年)5月に運用を開始したe-THIRDは、当社が世界に展開する技術開発の中核と位置付け、今後も成長を続けるグローバル空調事業をはじめ、ヒートポンプ技術を応用した製品、システム、ソリューションの研究・開発の強化を目的にしています。日本の空調黎明期からその発展を支え、先駆者としての飽くなき探求心と情熱をDNAとして、次代の後輩に脈々と伝承してきた諸先輩がたに心から敬意を表しますとともに、現役世代の日々の奮闘に感謝します。そして、更なる成長に向けた新棟への投資は、まさにそうしたみなさんの貢献が土台となり、その喜びをともに分かち合いたいと思います。

東芝キャリアグループはその母体である株式会社東芝および東洋キャリア工業株式会社時代から、石油ショック、バブル崩壊、デフレ経済、そして会社設立後のリーマンショック、大規模自然災害など幾多の危機に対し、自らの変革をもって乗り切ってきました。その間、数々の省エネ大賞受賞に加え、建築設備技術遺産に登録された「17M形国産ターボ冷凍機原型」、電気技術顕彰(でんきの礎)およびIEEEマイルストーンに認定された「世界初インバータエアコン」、重要科学技術史資料(未来技術遺産)に登録された「国産初ロータリーコンプレッサB型シリーズ」を代表とする、さまざまな世界初、日本初のイノベーションを起こして社会に貢献する製品を次々に世に送り出し業界をリードしてきました。これも私たちが常に社会が期待するその一歩先を目指した結果と言えます。

私たちが目指す経営ビジョンは、ヒートポンプ技術を軸に、お客様のさまざまなご要望に的確にお応えできる熱応用ソリューションによる最高品質の製品・サービスを提

供することにより、社会ならびに地球環境に貢献し、グローバルに成長する環境創造企業を目指すことです。現代の社会が描く目標である「脱炭素化」や「SDGs」に対し、世界中でGWP(地球温暖化係数)総量削減やESG投資(環境・社会・ガバナンスを考慮した投資)の促進など具体的な政策が動き出しています。そのような中、私たちが貢献できることは非常に多く、言い換えるならばそれらが私たちの成長エンジンになります。そこでは、製品の効率向上や熱源転換に加え製品ライフサイクルを通して、あるいはシステムとしての省エネ運用といったCPS、IoT等ソフト面からのアプローチも必要で、より広い視野での提案になります。

e-THIRDには、それらを実証できる仕掛けや、あらゆる場所にコミュニケーションスペースを設けました。技術者のみなさんには是非、好奇心や遊び心から思いついた気づきやアイデアを仲間と共有しながら、やりたい事をあれやこれやと思い描き試してもらえればと思います。そしてリーダーのみなさんには技術のポテンシャルをしっかりと目利きし、今後も世界初、オンリーワンの技術とソリューションで、社会に貢献する強い意志と使命感をもって邁進してください。私自身も次の10年、そして更にその先の成長に向けた施策を確実に実行します。

最後になりますが、e-THIRDが立地する富士事業所がこれまで継続できたのは、官公庁、地域、取引先の皆様からのご支援とご協力の賜物です。この場をお借りして御礼を申し上げますとともに、今後ともご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



CPSテクノロジーを駆使した 製品・サービスによる新たな 価値の創出

(株)東芝 執行役常務CTO 石井 秀明

東芝キャリア株式会社の技術史発行に際し、東芝グループCTOの立場として僭越ながらご挨拶させていただきます。現在、東芝グループは2018年(平成30年)に発表したNextプランを着実に実行しており、基礎収益力の強化をベースに成長に軸足をシフトし、インフラサービスカンパニーとしての安定成長、さらには世界有数のCPSテクノロジー企業としての飛躍を図ろうとしています。成長を支えるCPSテクノロジーの基本構成は、東芝グループの強みとするコンポーネントやシステムからIoT技術によりCyber空間にデータを収集、AIを活用してデータを分析し、Physical空間にフィードバックすることにより、コンポーネントの動作やシステムの運用を高度化して、インフラサービスとして新たな価値を提供する、というものです。

東芝グループにおけるビルソリューション事業の中核をなす東芝キャリア株式会社は、IEEEマイルストーン認定された世界初のインバータエアコンに代表されるように、ロータリーコンプレッサを核としたヒートポンプ技術を軸に、社会やお客様のご要求にお応えする熱応用製品ラインアップを有しています。また、これらの製品からデータを収集、遠隔監視システムによりデータを分析し、製品の制御にフィードバックすることにより運用を高度化する取組みも既に始まり、今後さらにCPSテクノロジーを駆使した新たな価値・サービスの創出が期待されます。

ところで、私の空調事業との関わりは、1980年代後半に東海道新幹線の初代「のぞみ」用として開発された300系新幹線向け空調装置に始まります。300系の空調装置は、新幹線で初となるインバータ制御や、軽量化のためのアルミニウム筐体化など、多くの新技術に挑戦したものでした。当時私は

府中工場で鉄道車両制御装置の構造設計を担当していた関係で、インバータ制御部を担当することになり、当時の富士工場の空調装置本体の設計者の方々や議論・試行錯誤しながら新規開発を進めることができたことが、今となっては良い思い出です。ちなみに当時の鉄道車両は冷房化の過渡期であり、首都圏でも空調装置が搭載されていない車両がまだ多く見られた時代でしたが、その後急速に冷房化が進み、空調装置無しでは列車の運行ができないほど、必須のサービス機器になりました。さらには、客室内の温度や風量の均一化や、車両ごとの温度調整の多様化など、サービスの質的向上も格段に進んでいます。

このように、空調システムに求められる機能や価値は大きく変化してきていますし、さらに昨今はカーボンニュートラルやニューノーマルといった喫緊の社会課題への的確な対応が求められています。具体的には、カーボンニュートラルに対応する新冷媒の開発やさらなる省エネへの対応、ニューノーマルに配慮した換気や除菌などへの対応や、AIやIoT技術を活用した機器やシステムの運用・保守のリモート化・自動化推進など、各地域環境や市場ニーズに見合った安全・安心・健康へのさらなる貢献が期待されていると考えます。

これらの新たな課題や期待に対して、東芝キャリア株式会社の有するヒートポンプ関連の豊富な技術・知見・ノウハウと、東芝グループの有する幅広いCPSテクノロジーを組合せた製品・サービスを、昨年5月に稼働開始した新技術棟「e-THIRD」から力強く発信、グローバルに展開することにより、共に東芝Nextプランを推進していきたいと考えます。

「人と、地球の、未来のために。」

技術の歩みを振り返り、 未来に向けての技術革新へ挑戦



統括技師長 佐藤 雄彦

東芝の空調機器の歴史は、前身となる東京芝浦電気(株)(現 東芝)が1953年(昭和28年)に柳町工場で国産初の1馬力ウインドエアコンの設計・製造を開始したことに始まり、2021年(令和3年)で69年目を迎えました。2020年(令和2年)5月には、東芝空調に関わった諸先輩方、そして現役世代待望の新技術棟「e-THIRD」が稼働し、TCC-GrのR&D中核拠点として、ヒートポンプ技術を応用した製品のグローバル市場への展開に向けて技術・製品開発に取り組んでいます。「e-THIRD」とは、“evolution + Technology hub in R&D”の略であり、(株)東芝の空調事業部として現在の基礎技術を確認した第一世代、東芝キャリアが設立され「ヒートポンプソリューションカンパニー」として技術革新を図って

きた第二世代に続く第三世代として、これまで培ってきたヒートポンプ技術にさらにCPS(サイバー・フィジカル・システム)の技術を加え、ヒートポンプソリューションカンパニーとして将来に向かって革新的な技術を生み出し、TCC-Grの研究開発の中心としてここで生み出された技術をグローバルの開発拠点に展開するという思いを込めています。今回、「e-THIRD」の稼働を記念して、これまでの東芝空調の技術の歩みを振り返り、将来に向かってどんなことに挑戦していくかを考えてみることにしました。

第一世代では、1961年(昭和36年)に今日のエアコンのスタンダードとなる世界初の家庭用スプリットエアコンを開発し、さらに1980年(昭和55年)には世界初となるインバータ

エアコンを開発。コンプレッサ、インバータ、制御、通信技術の発展とエアコンの省エネ技術への挑戦が始まりました。その後、ヒートポンプとインバータ技術の組み合わせはエアコンにおける省エネの核心技術として定着・進化を続け、2020年(令和2年)12月にはその貢献が認められ、「IEEEマイルストーン」に認定されました。また、1998年(平成10年)には業界に先駆けて家庭用エアコンにR22の代替冷媒としてR410A冷媒を採用し、環境への対応も行いました。

もう一つの母体である東洋キヤリア工業株式会社では、1953年(昭和28年)に『17M形国産ターボ冷凍機原型』を純国産化しました。この機器は当時東芝中央研究所にも納入され、後に建築設備技術遺産に登録されました。また、1994年(平成6年)に水冷チラーの更新需要で誕生したモジュールコンセプトは、システム最大容量の飛躍的増大を可能にし、ヒートポンプ技術を使った製品への熱源転換における市場を創出する大きな役割を果たしました。その後、Xフレームの採用、インバータ化、R410A化と進化を続け、東芝とキヤリアの業務提携後の最大のシナジー効果となり、現在のチラーの高い市場シェアへとつながりました。

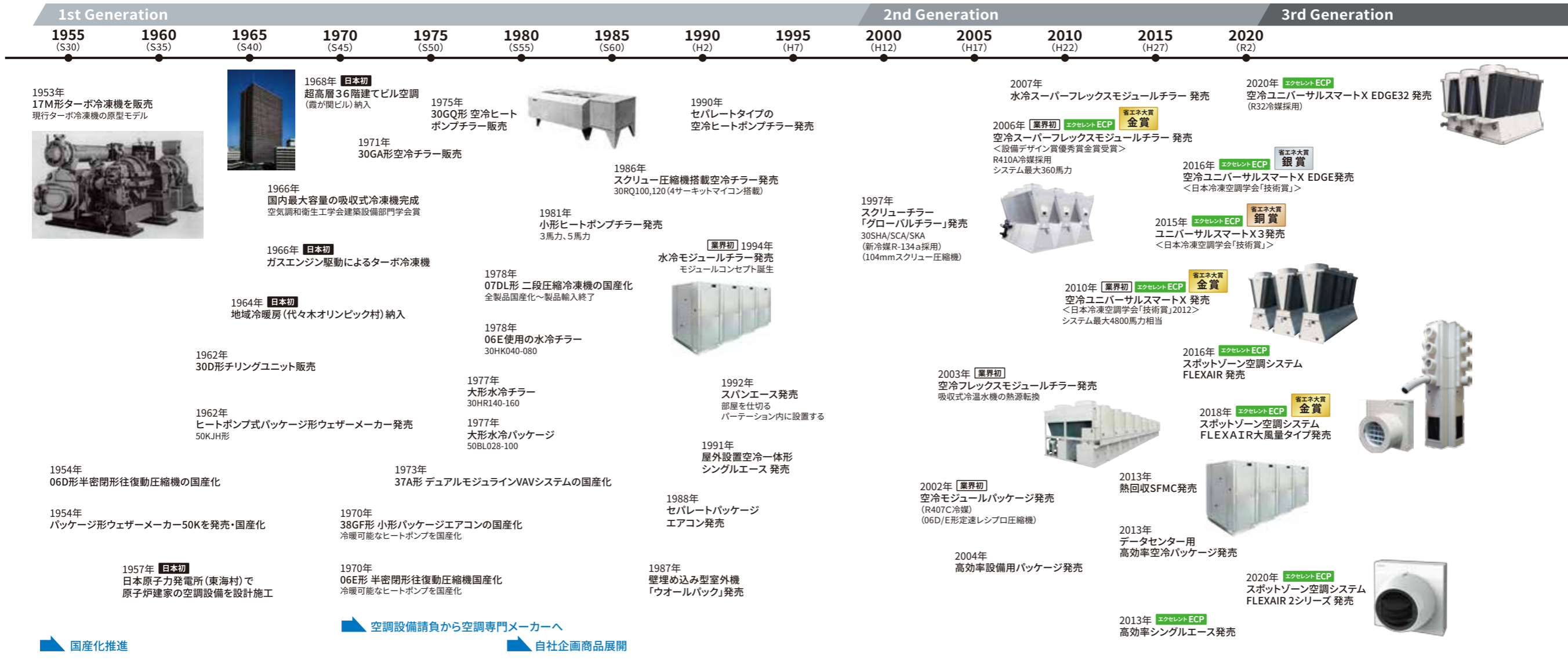
第二世代では、1999年(平成11年)の(株)東芝と米国キヤリア社とのJVにより「東芝キヤリア」が誕生し、事業を業務用空調に集中するとともに活動のフィールドを国内からグローバルに拡大し、販売地域は142ヶ国、海外売上比率が約7割という大きな成長を遂げることができました。環境においては、1987年(昭和62年)にモントリオール議定書で決定されたオゾン層破壊係数ゼロ冷媒(代替フロン)への転換計画に対して世界規模で取り組みが加速するなか、2000年(平成12年)には「インバータ&グリーン戦略」のもと、業務用空調機のR410A冷媒への転換およびインバータ化で業界を先導しました。この戦略はATW(海外家庭用温水機)、冷凍機にも展開した他、コンプレッサ、インバータの大容量化技術とともに、ビル用マルチシステム、チラーにも展開しました。そして、2020年(令和2年)には世界初の大容量トリプルロータリーコンプレッサとデュアルステートインバータの開発に至りました。商品開発においては、グローバル市場のそれぞれの地域にタイムリーに商品を提供するための「ローカルフィット開発」を加速する体制として海外拠点での設計現地化を進めてきました。日本では新技術開発、プラットフォーム設計を行い、海外現法へ技術展開するHub機能を強化し、アジア、中国、欧州、北米等のグローバル市場へ商品の拡大を行っています。また、海外のローカルエンジニアを指導する立場として多くの技術者が海を渡り、グローバルエンジニアとして海外拠点で活躍しています。先行技術開発においては、10年先の空調の姿を描いて新規技術開発テーマの発掘、新セグメントの発掘、先行研究開発企画の立案を行い提案することをミッションとした少数精鋭の「NATセンター」

(New Air-Conditioning Technology)が品川に設立され、産学連携、異業種交流等をおこない、成果として5年後をターゲットとしたコンセプト商品、要素技術の創出とヒートポンプを構成する4つのコア技術(4C)を軸とする技術体系の強化が提案されました。この提案は後にCAONSとして商品化、SPS回路として製品実装され、技術体系は今日の基幹技術(7+1C)に進化しました。

第三世代は、未来にむけて技術革新に挑戦していく時代になります。夏場の異常な気温上昇、気候変動による災害の頻発、COVID19という見えない脅威を実感させられる状況のなか、地球温暖化防止については、2016年(平成28年)のモントリオール議定書のキガリ改正において地球温暖化係数(GWP値)の高い代替フロンの生産量・消費量の段階的な削減が決まり、欧州では2030年の21%までの削減に向けてGWP値の低い冷媒への移行が始まっています。また、2015年(平成27年)の国連サミットではSDGsが採択され、社会全体がアクションを始めています。

そのような中で東芝キヤリアは2030年を見据えた将来にむけての次世代技術検討として、ARD(Advanced Research and Development)を川崎に設立し、①持続可能な都市のしくみづくり、②循環型経済の実現、③脱炭素社会への移行を基本方針に掲げ、次世代技術の創出に取り組んでいます。2021年(令和3年)3月、TCC次世代技術展をOnline開催し、第三世代に向けた技術開発の一端をご紹介します。ヒートポンプ製品の未来像の創造と次世代を担う技術者のモチベーションアップに繋げていきます。今後は、空調機単独の機器のハード性能改善から連携によるソフト性能向上への変化へ対応するため、「繋がる」をキーワードに、コネクテッドテクノロジーとして、クラウド技術活用、他の機器との連携を模索し、グローバル市場に展開した空調機(フィジカル)からデータ取得してAIや機械学習を用いたデータ解析を行い、エネルギーの熱負荷需要予測、寿命・故障予測、冷媒漏洩検知等をおこなうCPS(サイバー・フィジカル・システム)による顧客価値の提供および外部連携のためのIoTソリューションにつながる技術開発を進めていきます。新技術棟「e-THIRD」については、オフィススペースを環境試験室に見立て、開発した機種を実環境下で評価をし、それを自ら体感するという『実証ラボ』とし、これにより、ヒートポンプソリューションの更なる改善とお客様へのリアルな提案を目指していきます。

今回、東芝キヤリアの技術の歩みと未来への展望を技術史としてまとめることとなりました。これまでの発展を築かれたみなさんに改めて敬意を表するとともに、稼働をはじめたこの「e-THIRD」から、世界へ、そして未来に向けた革新技术の開発を行っていきます。



エクセレントECP

ecoターゲットを設定・クリアし、上市時点において「主要環境性能No.1」を達成した製品・サービスに「エクセレントECP」として社内認定しています。

ECP (Environmentally Conscious Products) とは、環境調和型製品のことで、材料調達・製造・流通・使用・廃棄・リサイクルといった製品のライフサイクルの全ての段階で、環境に配慮された製品のことを指します。

省エネ大賞

(主催:財団法人省エネルギーセンター、後援:経済産業省) 事業者や事業場等において実施した他者の模範となる優れた省エネの取り組みや、省エネルギー性に優れた製品並びにビジネスモデルを表彰するもので、国内全体の省エネ意識の拡大、省エネ製品の普及などによる省エネ型社会の構築に寄与することを目的に作られる。

省エネ大賞 金賞
省エネ大賞 経済産業大臣賞 (通商産業大臣賞)

省エネ大賞 銀賞
省エネ大賞 資源エネルギー庁長官賞

省エネ大賞 銅賞
省エネ大賞 省エネセンター会長賞

納入物件 / 製品

1953年(昭和28年)
17M形遠心冷凍機を販売

1950年に米キヤリア社との提携が復活すると、大型吸収式冷凍機を輸入、大規模業務用施設の熱源機を中心となり戦後の復興期から高度成長期において国内の大形空調市場をけん引していった。

1953年からは現在の半密閉形遠心冷凍機の原型となった17M形遠心冷凍機を販売し、1954年に06D半密閉形往復動圧縮機を国産化した。17M形冷凍機は非常にコンパクトで、従来のものに比し重量も据付面積も約3分の2という驚異的に効率化されたもので他社の追従を許さず、2・3年後には業界の90%以上を占めるまでになった。

1961年に東京芝浦電気中央研究所に納入された本冷凍機は2007年までの長期に渡り使用されたが、建築設備技術遺産として登録されることになり、今でも弊社掛川開発センターで稼働できる状態で展示されている。

17M形遠心冷凍機

技術

水冷モジュールチラー
コンパクト化&高効率化技術

- プレート熱交換器 (Braze Plate Heat Exchanger)
- 複数モジュールをマイコン制御
- 制御ソフトはC言語でマルチタスクOSを自社開発
- PCを用いたサービスツールや遠隔監視考慮
- 6シリンダーの06E圧縮機のアンローダと複数モジュールの発停による段階制御

※ 部分負荷特性に優れるサクショントップアンローダを採用して当時スクリーチャーより部分負荷特性で優っていた。

1968年(昭和43年)
日本初の超高層ビル空調を(霞が関ビル)に納入

日本初の超高層ビル空調を(霞が関ビル)遠心冷凍機8台(計4,520USRT)、キヤリア・ウェザーマスター(インダクションユニット)2,262台他の空調機器を納め、高層部空調工事を請け負った。

1969年(昭和44年)
空調設備工事請負会社から空調専門メーカーへ

1969年に工事と製品販売の売上高比が拮抗した事を受け、工事業業を分離し空調専門メーカーとして再スタートを切った。これを契機に輸入製品の国産化を進め、1978年には全てを国産化した。

| 売上高比 | 1995年 | 1969年 |
|------|-------|-------|
| 工事請負 | 75% | 50% |
| 製品販売 | 50% | 50% |

フレックスモジュールチラー

吸収式冷温水機の熱源転換のため300冷凍トンクラスを実現した技術

【多連結されたモジュールユニットの連携】

- ポンプ内蔵変流量制御(システム最大480馬力)
- 水冷モジュールの複数モジュール対応マイコン制御の更なる進化(超多数連結モジュールの連携運転制御)
- 自動運転継続

1975年(昭和50年)
ヒートポンプチラーの開発と輸出の拡大

他社に先駆けてチラーの空冷化、ヒートポンプ化を進め30GQ020-060を発売した。その後、30RQ080-120、輸出専用240、320RT空冷ヒートポンプチラーの開発を行い、海外への輸出も拡大し、事業の中核となった。

30GQ020-060

1994年(平成6年)
水冷モジュールチラー

狭い地下機械室での更新工事をよくするため、コンパクトな水冷チラーを現地で複数台連結設置する方式が発案され、業界に先駆けて商品化された。モジュールチラーコンセプトのはじまりである。

4連結

スーパーフレックスモジュールチラー

- 高効率、高圧冷媒R410A採用(定速スクロール圧縮機を3台接続)
- 新開発のXフレーム筐体
- 圧縮機3台を並列接続するスペース確保
- 多台数連結時の吸いこみ風量確保
- 機能毎にモジュール化した設計
- ポンプ内蔵変流量制御(システム最大360馬力)
- 水冷モジュールの複数モジュール対応マイコン制御の更なる進化

2003年(平成14年)
空冷フレックスモジュールチラー

吸収式冷温水機の熱源転換を目的に開発。そのため、従来の技術の延長では到達できない300冷凍トンクラスを、1.6台超多段連結を可能にして、大容量空冷チラーという新概念商品を生み出し、市場を拡大した。

8連結

2010年(平成22年)
空冷ユニバーサルスマートX (USX)

世界最大容量インバータツインローター圧縮機、冷凍サイクル部品の最適化により、空冷式で冷却COP6.30を実現する。システム最大4800馬力を達成。

2017(平成29)年発売のEDGEシリーズでは、更に変流量制御の進化(P-Q制御)や他熱源併用制御の追加等顧客目線の機能を強化した。

RUA-SP331H 3連結

ユニバーサルスマートX

- 大容量インバータツインローター圧縮機
- コの字型コイルの斜め配置採用
- 新Xフレーム筐体
- モジュール in モジュール設計
- 除霜分散
- リスク分散(インニシャルコスト低減)
- インバータ式変流量ポンプ内蔵(システム最大4800馬力)
- モジュールコントローラ+グループコントローラ

2013年(平成25年)
データセンター用高効率空冷パッケージ

株式会社関電エネルギーソリューション、高砂熱学工業株式会社、株式会社東芝および、東芝キヤリア株式会社の4社共同開発。従来の下吹きではなく、背面吸い込み、前面吹き出しを採用し空気搬送動力を約1/3に低減。モジュール設計により増設にもフレキシブルに対応する。

RPAMAP5601HM OP-MAP2804HMx2

2013年(平成25年)
屋外設置空冷一体形シングルエース

通常、屋内設置される室内ユニットを室外機と一体化し屋外設置対応した商品。営業中でもメンテナンスができるなど、営業ロスを最小限にできる。

RDA-SPE5605HT

ユニバーサルスマートX EDGE

- 新エッジフォルムで高効率とコンパクトを両立
- 大容量インバータツインローター圧縮機
- 圧縮機セクションのコンパクト化
- 自社製圧縮機とインバータによる最適制御
- 新型水熱交換器による配管内圧損の半減化技術
- 「高調波電流抑制機能」標準搭載し力率99%実現(USX3から装備)
- 低外気時の加熱能力アップ
- 多熱源との多様な併用運転パターンを選択可

2016年(平成28年)
スポットゾーン空調システム FLEXAIR

2018年(平成30年)
FLEXAIR 大風量タイプ

設備用パッケージエアコンに比べ、個々の作業者の「スポット」や、複数の作業者が働く「ゾーン」に対し、冷風感を十分に感じられる冷風をダクトレスで送り届けることが可能なスポット・ゾーン空調システムは、業務用空調市場の新しい分野を切り拓くものとして期待されている。 RPA-ZAP1121H

2016年(平成28年)
USX EDGEシリーズ

モジュール本体のサイズダウンをしながら、従来よりも大容量、高性能を実現。用途に応じて、「高効率」「低外気温仕様」「大能力」の3タイプ用意。

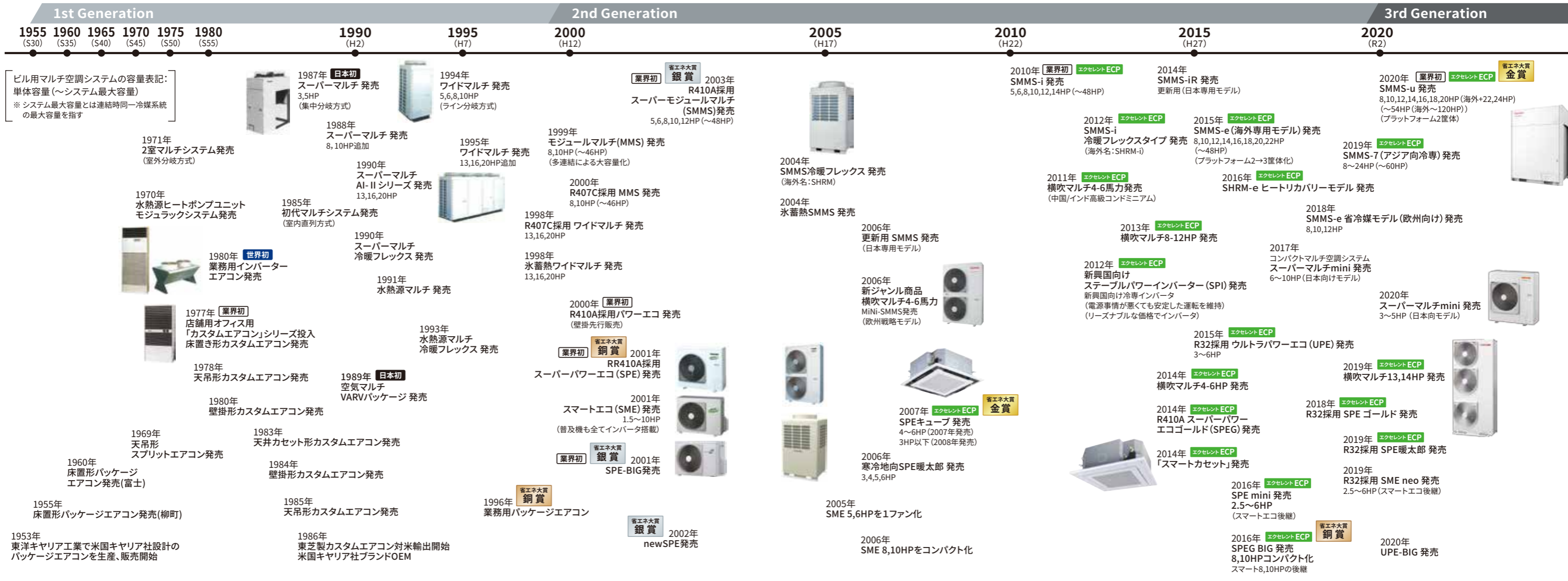
2020年(令和2年)
USX EDGE 32 世界展開

32冷媒を採用。省エネ・環境の先進地域、欧州での展開が始まる。

3連結

3rd Generation に向けて

空冷ヒートポンプチラーは、USXでシステム最大容量を吸収式冷温水機同等まで引き上げるとともに部分負荷性能を向上し、EDGE32でR32冷媒に対応した今、国内では今後もユーザー、サブユーザーにより近い立場から新たな価値を共に創出し、海外ではリスク分散性も備えた高効率空冷ヒートポンプモジュールチラーという新ジャンル商品として、キヤリア販売と協業した販売施工・保守メンテナンス・ソリューション提案体制を構築することで、さらなる飛躍が期待される。



製品 1960年(昭和35年) 床置きパッケージエアコン開発

オールインワン式コンプレッサを組み込んだ水冷式冷房専用機

RAC-38P4

1977年(昭和52年) カスタムエアコンシリーズ投入「大きな木かげ」がコンセプト

- 家庭用並みの簡単工事で設置
- 室内ユニット軽量コンパクトにし、現地ロー付け作業不要
- 据付工数はほぼ家庭用と同等

- ①室内設置
- ②室外設置
- ③配管接続
- ④リークチェック
- ⑤配線
- ⑥試運転

RAV-51H

1980年(昭和55年) 業務用インバーターエアコン

世界初の業務用インバーターエアコンである。インバーターは独自開発し、従来から1/6のコンパクト化に成功。コンプレッサは既に極端な変換による回転数可変運転に対応しているTH300JA-Eを採用し、床置室内機に搭載された。2020年にはIEEEマイルストーンに認定されている。

RAV-46HTY

2001年(平成13年) スーパーパワーエコ

圧倒的な省エネを誇る。カスタムの未来として、「別格の省エネ」をアピールした。スーパーパワーエコシリーズはBIGも含めると3年連続で省エネ大賞を受賞している。

2001年(平成13年) スマートエコ

それまでの普及機の大きすぎて重いイメージを一新、据付性を大幅に改善。賢く省エネ、しかも軽量コンパクト筐体ということで、「スマートエコ」と呼称し、更新需要で好評を博した。業務用エアコンのインバーター化率100%に大きく貢献した。

ROA-P450H

2014年(平成26年) スマートカセット

フラットで天井面に融和する “業界最薄30mm”

AIU-AP1407H

2015年(平成27年) ウルトラパワーエコ(UPE)シリーズ R32冷媒採用

- ①業界で最もワイドな室外温度範囲 冷房室外:52°C対応 暖房低外気: -27°C対応
- ②高い省エネ性を実現
- ③グループ連携による最適化運転を実現

ROA-RP1603HX

2019年(令和元年) スーパーパワーエコ 暖太郎

-20°Cでも業界トップクラスの暖房性能と-27°Cの使用範囲を実現するとともに、冷房は外気50°Cまで運転可能と、外気温度に左右されないタフな室外機。

P80形-P112形 P140形-P160形

2020年(令和2年) スーパーモジュールマルチ u

Fガスや省エネ等の規制強化、循環型ビジネスへの期待を背景に筐体・要素・システムなどのプラットフォームを一新。グローバル3拠点同時立ち上げを実施。単なる冷暖房の空調機能だけでなく、建物の価値向上や周辺ビジネスを取り込むソリューション機能を織り込み、今後の進化を想定して開発されたビル用マルチシステムである。

MMY-MUP5001H

1987年(昭和62年) ビル用マルチシステム室外機(スーパーマルチ)

日本初となる「セレクトフリー個別運転」で、室内形態の自由選択と各室内ユニットの負荷状況に応じて無段階に能力比例制御するという現代のビルマルチに通じる個別分散空調を実現。

MUP-M502HTM

1994年(平成6年) ビル用マルチシステム室外機(ワイドマルチ)

分岐ジョイントと分岐ヘッドを配し、各室内ユニットに内蔵したセンサと流量調整弁で能力按分を行うもので、ライン分岐方式を採用。この分岐方式は現在に引き継がれている。

MAY-M51H

1999年(平成11年) モジュールマルチシリーズ

室外をライン連結することによる同一冷媒システムのシステム大容量化を達成しダントツのシステム最大46HPまで2馬力刻みのラインナップは他社を圧倒した。ビル用マルチシステムで重要な階またぎのパイプシャフト専有面積を激減。

4連結

2003年(平成15年) スーパーモジュールマルチ

インバーター&グリーン戦略をビルマルチに展開した商品。高効率冷媒R410Aを採用し圧倒的な省エネ性を誇る。2種類のプラットフォーム筐体の組み合わせで5〜48馬力を構成し、海外向け地毎の開発効率を大幅に向上した。

2006年(平成18年) 横吹マルチ

店舗から小規模ビルなどの需要に向けた横吹の室外筐体を持つマルチシステム。上吹筐体よりもベランダ置きに向いていることから、海外では高級マンション用途に好まれている。

MCY-MAP0601HT

2016年(平成28年) エキセレントECP R32採用 SPE mini 発売 2.5〜6HP (スマートエコ後継)

2016年(平成28年) エキセレントECP SPEG BIG 発売 8,10HPコンパクト化 スマート8,10HPの後継

技術 VRF (最適冷媒制御) システム Variable Refrigerant Flow System (マルチシステム)

全室内ユニットに、時々刻々変化する必要冷媒量を、最小限にして十分に供給、エネルギーロスを防ぎ、快適性を高め、さらに冷媒圧力を可変させる当社独自の技術です。

この3点の温度センサーの温度差をもとに、室外機が最適冷媒量を判断。

電子制御弁

熱交換器

室内ユニット

冷暖フレックス システム(マルチシステム)

最適冷媒制御をさらに進化した制御で、複数接続された個々の室内ユニットの冷房/暖房の選択ができ、冷暖運転間の熱回収運転が可能。

能力演算

圧縮機インバーター 0.1Hz刻みのコントロール

能力ミニマム制御

室外ファンインバーター 60rpm低速回転

放熱

吸熱

モジュール連携制御(マルチシステム)

ユニット間の独立性を保ちながら必要に応じて連携する技術。

【除霜連携制御】

除霜のタイミングをずらして室温低下を抑制

【自動バックアップ運転】

同一系統内で故障ユニットが発生しても、他のユニットが運転継続し故障ユニットの能力分もインバーターでリカバリー

【室外組み合わせフリー】

在庫機種の中から自由にシステムを構成でき、物流管理を簡単・効率化

液インジェクションコンプレッサ(店舗・オフィス用カスタム)

厳寒時でも安定した高暖房能力を発揮する冷凍サイクル技術

液インジェクションツインロータリーコンプレッサ

気液二相状態の冷媒(液)を圧縮機に注入し循環量を増やし暖房能力を向上させる。

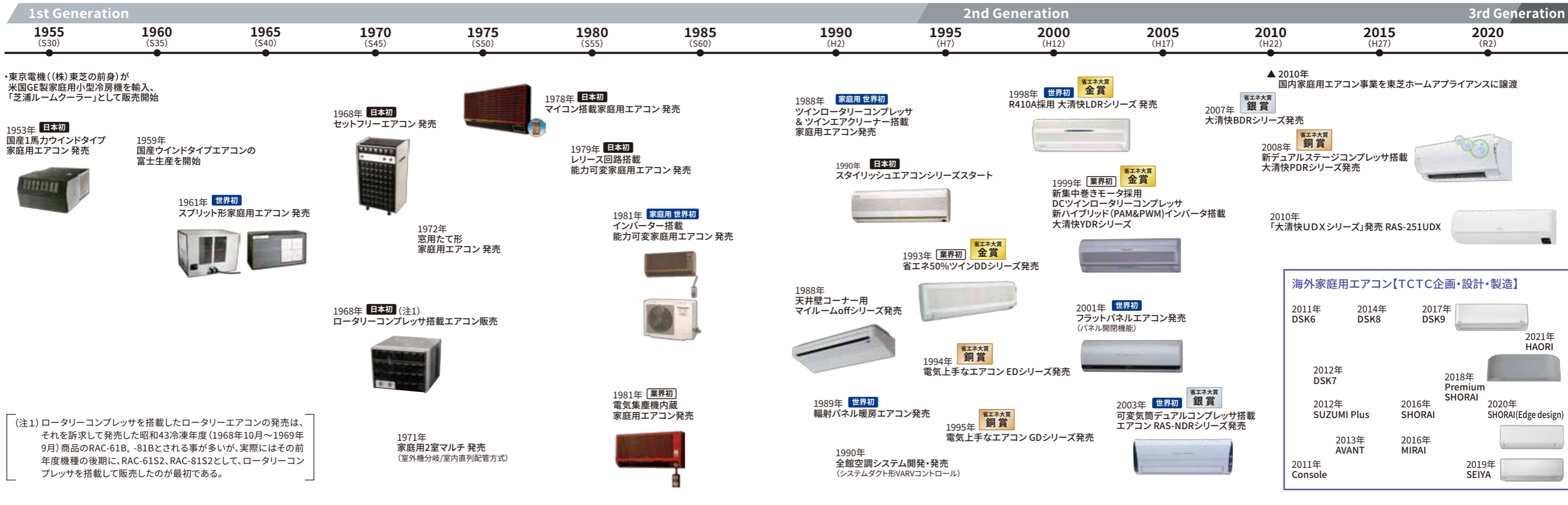
パワーヒートエバ

低外気温時を設計ポイントとした冷媒回路設計による効率向上。

- ・熱交換器の表面積拡大
- ・吸熱量UP
- ・低外気温の暖房性能を確保

3rd Generation に向けて

ビル用マルチシステムを含む業務用空調機は個別分散空調による快適性の高さや、メンテナンスフリーによる利便性の高さが特長だが、顧客・市場によって求められることも多様である。低GWP冷媒への転換、省エネ、システム拡張性は言うまでもなく、一定速機からの買い替えを想定した低コスト化技術も重要である。それに加えてソリューション提案技術を開発することで、東芝キャリアの売上の柱として更なるグローバルでの伸長が期待される。



製品 1953年(昭和28年) 日本初国産1馬力ウインドタイプエアコン

輸入を含め市場の主流は3/4馬力だったが、日本の高温多湿気候を鑑みて、1馬力を開発。1馬力のコンプレッサがなかったため1/2馬力のコンプレッサを2基搭載する当社独自設計である。

RAC-101

1968年(昭和43年) セットフリーエアコン

ポンプ、散水ファンによる水空冷方式凝縮器を内蔵した水空冷式簡易掘付形空調機で部屋間を移動する事も可能で、セットフリーエアコンと呼ばれた。市場で大好評を博し業界をリード。ヨーロッパ、カナダにも輸出された。

RAC-61SF

1981年(昭和56年) 家庭用インバーターエアコン

世界初の家庭用インバーター搭載エアコン。外気温が低い時のエアコン暖房の「弱い、遅い、高い」のイメージを一掃、エアコンに大変革をもたらした。

RAS-225PKHV/RAS-225PAHV

1961年(昭和36年) スプリット形ルームエアコン

世界初となる家庭用スプリット形エアコン。日本の家屋構造を鑑みて、振動、騒音が大きい圧縮機を室外に分離する事で快適性を高めた。これにより室内機の設計自由度が増し様々な形態が出現するきっかけとなった。壁掛もその一つである。

CLU-71/CUA-7H

1978年(昭和53年) マイコン搭載最薄壁掛けエアコン

業界初のマイコンを搭載し、風量自動コントロールや精緻なタイマー運転等ができた。さらにターボファンを2基搭載し、超薄型は奥行12cmを実現した。

RAS-185SKV

1988年(昭和63年) 二段式電気集塵機搭載エアコン

高効率、低振動のツインロータリーコンプレッサを業界に先駆けて搭載し、基本性能を大幅に向上させた。また、効率を高めた二段式電気集塵機と脱臭フィルターを搭載し「ツインエアクリナー」と呼称した。

RAS-251BVR

技術 空気清浄機搭載

それまでの産業用途の電気集塵機をコンパクトにしてエアコンに搭載。0.01μmまでの目に見えない塵や埃をプラスに帯電させ、マイナスの集塵コレクタで強制的に吸着させる二段電極式電気集塵機である。東芝では1981年の初出から二段電極式にこだわりあり。

1981年 RAS-185YKCに搭載 2段電気集塵機構造

1988年 RAS-251BVRで2段式空気清浄機が進化して登場 空清に加えて脱臭フィルターも装備

1990年 RAS-S281YTRで家庭でも洗いやすい構造に進化

2008年 空清がメンテナンスフリー化 コレクタの代わりに熱交換器で集塵し、アクア洗浄で機外に排出

1990年(平成2年) スタイルリッシュエアコン

それまでのデザインを一新して縦横比3(高さ298mm、幅900mm)の横長サイズで丸みのある面構成と、木目調に変えてシルキーホワイトベースの高級感ある色で発売されるとたちまち人に気を博した。エアコンデザインの潮流を作った。

RAS-S281YTR

1993年(平成5年) 超省エネエアコン ツインDDシリーズ

直流ブラシレスモーターを採用したDCツインロータリーコンプレッサを搭載し、超省エネと最大暖房能力5.0kWのハイパワーを実現し、省エネバナー21(現省エネ大賞)最高賞である通商産業大臣賞を受賞した。

RAS-251INTD

1998年(平成10年) 代替冷媒R410A採用

業界でもいち早くR410Aを採用。省エネは業界トップでその年度の省エネ大賞通商産業大臣賞を受賞した。待機電力も前年度の1/5の0.8Wまで低減している。

RAS-251LDR/RAS-251LADR

2001年(平成13年) セルフクリーン機能搭載フラットパネルエアコン

業界初の可動式フラットパネルを採用。停止時に内部の湿度を低減しカビの発生を抑制するセルフクリーン機能を搭載。フラットパネルはその後室内機の潮流となった。

RAS-285UDR

2003年(平成15年) 可変気筒デュアルステージコンプレッサ搭載

新開発デュアルステージコンプレッサが低負荷時1シリンダー運転に移行し扇風機並みの電力で連続冷房可能となる。期間消費電力量で業界トップを達成。換気機能も搭載した。

RAS-285NDR/RAS-285NADR

2019年(令和1年) 海外家庭用エアコン

2010年以降、海外家庭用エアコンはタイで企画、設計、製造を行っている。写真のDSKシリーズは日本でいうところの大快シリーズにあたり、空気清浄機を備えた最上位機種になる。

RAS-13PKVPG-E

ツインロータリーコンプレッサ技術

回転バランスの良さや低速運転時の効率の高さから、インバーターエアコンの特長である部分負荷性能に優れており、東芝キャリア空調機の実使用時における省エネの高さを支えるコア技術である。(同じインバーターエアコンでも最小能力は要チェック)

1988年 ツインロータリー化

1993年 直流ブラシレスモータ採用

1999年 集中巻コイル採用

2003 可変容量デュアルコンプレッサ業界で唯一扇風機並みの電力で冷房が可能

3rd Generation に向けて

現在、東芝ブランドの海外向家庭用エアコンは、TCTCが企画・設計・製造・輸出しており、TCTCの収益の柱の一つとなっている。欧州からアジア新興国まで市場は幅広く、超高級機、高級機、中級機、普及機の4つのティアで展開しており、仕向地を含めると毎年膨大な機種数の開発を現地のエンジニアを中心に行っている。グローバルの成長のためには必要不可欠な商品であり、低GWP冷媒への転換、省エネ、システム拡張性は言うまでもなく、CPS(サイバー・フィジカル・システム)などの次世代付加価値技術開発を行うことで更なる伸長が期待される。

| 1st Generation | | | | | 2nd Generation | | | | | 3rd Generation | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|------------|------------|------------|------------|---|------------|------------|------------|------------|---|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1970 (S45) | 1975 (S50) | 1980 (S55) | 1985 (S60) | 1990 (H2) | 1995 (H7) | 2000 (H12) | 2005 (H17) | 2010 (H22) | 2015 (H27) | 2020 (R2) | 1955 (S30) | 1960 (S35) | 1965 (S40) | 1970 (S45) | 1975 (S50) | 1980 (S55) | 1985 (S60) | 1990 (H2) | 1995 (H7) | 2000 (H12) | 2005 (H17) | 2010 (H22) | 2015 (H27) | 2020 (R2) |
| <p>1961年 富士工場でショーケースの製造開始</p> <p>1971年 冷熱機器一部が柳町から富士に業務移管</p> <p>1971年 駐車中も使用可能な冷凍専用冷凍装置を発売 (市中電源装置搭載)</p> <p>1972年 冷熱事業部冷熱研究所を富士工場に新設</p> <p>1973年 業界初 冷温併用ボトル形冷水器を発売 (冷水・温水独立制御方式)</p> | | | | | <p>1983年 縦形4面低温高湿度ショーケース SF-351UGH を発売 (加湿機能搭載 常時70%を確保)</p> <p>1983年 日本初 インバータ搭載 密閉型冷凍機を発売</p> <p>1988年 業界初 12トン大型車用冷凍装置 RRA-122L-8MA を発売 (メインエンジン直結式冷凍装置)</p> | | | | | <p>1991年 屋外設置型冷凍機 TAM100JA-S の開発 (特定フロンR12→R22対応) (凝縮器ファン無段階制御採用) ※東芝独自</p> <p>2005年 業界初 省エネ大賞 銅賞 インバータ搭載オープンショーケースを発売</p> <p>2006年 業界初 省エネ大賞 銅賞 4モード制御搭載屋外設置インバータ冷凍機を発売。</p> <p>2007年 業界初 インバータ搭載四面ガラスショーケースを発売</p> <p>2009年 業界初 エクセレントECP 屋外設置インバータ冷凍機を発売 (5HP (R404A, R410A冷媒対応))</p> <p>2010年 業界初 エクセレントECP インバータ内蔵LEDオープンショーケース発売 (5HP (R404A, R410A冷媒対応))</p> <p>2014年 業界初 エクセレントECP 車載用コールドボックスを発売 ※業界トップの蓄冷完了時間を達成 (SCIB、真空断熱パネル搭載)</p> <p>2019年 業界初 エクセレントECP 大形冷凍機 PROCOOL を発売 (20,30HP)</p> | | | | | <p>1946年 東芝が換気扇 (排気扇) を発売</p> <p>1972年 業界初 オイルバック式換気扇を発売</p> <p>1974年 業界初 温度・煙感知器内蔵自動タイプレンジフードファンを発売</p> <p>1978年 業界初 扁平モーター採用の「窓用」を発売</p> <p>1980年 業界初 表面被膜張り換気扇「クリアパック付」ミセスコートを発売</p> <p>1981年 業界初 「3段階調付有圧換気扇」を発売</p> <p>1984年 業界初 可動パネル付「かくれんぼ」20,25cm発売</p> <p>1987年 業界初 SL端子接続&ドレン排出口付浴室用換気扇を発売</p> <p>1987年 業界初 「人感・結露センサー付パイプ用ファン」を発売</p> <p>1988年 業界初 「ロール式フィルター付換気扇」を発売</p> <p>1988年 業界初 二重断熱構造を採用した「ユニットバス用ダクト用換気扇」を発売</p> | | | | | | | | | |

製品

1973年 (昭和48年) 冷温併用ボトル形冷水器を発売

東芝独自の冷水・温水独立制御方式を採用。当時としては画期的な冷温併用2リットルタンク式冷水機である。

RWF-223BH

1991年 (平成3年) 屋外設置型冷凍機

特定フロン規制対応(CFC12→HCFC22)の先頭機種。東芝独自の冷媒凝縮温度によるファン無段階コントロール方式を採用し、低外気温時の冷却能力低下などを抑制した。

TAM100JA-S

技術

インバータ制御

- 1984年 インバータ搭載 密閉型冷凍機
- 2004年 インバータ搭載四面オープンショーケース
- 2006年 屋外設置インバータ冷凍機
- 2007年 インバータ搭載四面ガラスショーケース

・低音用DCツインロータリーコンプレッサ低回転から高回転域まで高効率、低振動運転を実現

・DCベクトル制御インバータ装置ベクトル演算による最適なタイミングでの運転制御

2006年 (平成18年) 屋外設置インバータ冷凍機 (3.5馬力以下)

DCツインロータリーコンプレッサとDCファンモータを搭載し、40%の大幅な省エネを達成。用途に応じたインバータ制御4モードをあらかじめ実装、現地にて切替可能にした。

2009年 (平成21年) 屋外設置インバータ冷凍機 (5馬力以下)

5馬力のラインナップを拡充し、2冷媒(R404A, R410A)に対応。圧力、故障コード、運転状況の表示でさらに利便性を高めた。

TAM350AM-SV TAM500AB-SV

2014年 (平成26年) CO2冷媒インバータ3方向オープンショーケース

業界トップクラスの省エネ性を達成した他、LED照明を採用し水銀レス化を実現。冷媒には自然冷媒のCO2を採用している。レジ前ショーケースとしては、業界初の3方向解放でお客様が商品を取り出しやすいよう配慮した設計。

SH-321DES

冷媒対応

- 1990年代 特定フロンの代替フロン化技術 →1995年(平成7年)全製品切替完了
- 2000年代 HCFC冷媒をHFC冷媒化対応技術 →2006年(平成18年)全製品切替完了
- 2010年代 GWP総量規制対応

大容量化

- ・大容量ツインロータリーコンプレッサの横展開
- ・多岐にわたる冷凍機の冷媒対応サイクル技術

2019年 (令和1年) 20,30HP大形冷凍機「PROCOOL」

容量20〜30馬力で、低温物産倉庫や食品加工所等の冷凍・冷蔵設備用として、あるいはドラッグストアや食品スーパーマーケットの冷凍・冷蔵ショーケース用を想定し、年間を通して高い省エネ性を発揮する。

- ・大容量DCツインインバータロータリーコンプレッサ搭載
- ・3つの運転制御モードを選択可能
- ・SDカードに運転データ保存、故障診断に活用可能

TAM3000AR-SV

2020年 (令和2年) 低GWP冷媒R448A・R449A兼用 屋外設置インバータ冷凍機 6,7,8HP

業界トップクラスの高出力運転を実現し、CO2排出量およびランニングコスト削減に貢献

- ①地球温暖化係数(GWP)の低い新冷媒R448A・R449A兼用
- ②広範囲な温度帯をカバーするワイドレンジ仕様で幅広い用途で使用可能
- ③大容量DCツインインバータロータリーコンプレッサ搭載を搭載し、業界トップクラスの省エネ性を実現

TAM800AL-SV

3rd Generation に向けて

インバータ & グリーン戦略の下、小形冷凍機器でもインバータ化が一気に進み、近年ではUSXに搭載した技術を応用した排除容積100ccクラスの大容量冷凍機用コンプレッサの開発や、高調波抑制装置の開発で、10〜30馬力の大容量冷凍機市場に参入を果たした。飛躍の準備は整ってきており、海外も含めて更なる事業の拡大が期待される。

| 1st Generation | | | | | | | | | | 2nd Generation | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|--|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1955 (S30) | 1960 (S35) | 1965 (S40) | 1970 (S45) | 1975 (S50) | 1980 (S55) | 1985 (S60) | 1990 (H2) | 1995 (H7) | 2000 (H12) | 2005 (H17) | 2010 (H22) | 2015 (H27) | 2020 (R2) | 1955 (S30) | 1960 (S35) | 1965 (S40) | 1970 (S45) | 1975 (S50) | 1980 (S55) | 1985 (S60) | 1990 (H2) | 1995 (H7) | 2000 (H12) | 2005 (H17) | 2010 (H22) | 2015 (H27) | 2020 (R2) |
| <p>1925年 芝浦製作所が「芝浦通風扇」の名称で、わが国初の30cm換気扇を発売</p> <p>1946年 東芝が換気扇 (排気扇) を発売</p> <p>1972年 業界初 オイルバック式換気扇を発売</p> <p>1974年 業界初 温度・煙感知器内蔵自動タイプレンジフードファンを発売</p> <p>1978年 業界初 扁平モーター採用の「窓用」を発売</p> <p>1980年 業界初 表面被膜張り換気扇「クリアパック付」ミセスコートを発売</p> <p>1981年 業界初 「3段階調付有圧換気扇」を発売</p> <p>1984年 業界初 可動パネル付「かくれんぼ」20,25cm発売</p> <p>1987年 業界初 SL端子接続&ドレン排出口付浴室用換気扇を発売</p> <p>1987年 業界初 「人感・結露センサー付パイプ用ファン」を発売</p> <p>1988年 業界初 「ロール式フィルター付換気扇」を発売</p> <p>1988年 業界初 二重断熱構造を採用した「ユニットバス用ダクト用換気扇」を発売</p> | | | | | | | | | | <p>▲(株)東芝愛知工場から東芝キヤリア(株)富士工場に事業移管</p> <p>1989年 業界初 「人感・結露センサー付パイプ用ファン」を発売</p> <p>1995年 業界初 「びたばね」パイプ用ファンを発売</p> <p>1998年 業界初 全電装品内蔵モータ採用ユニットバス用換気扇を発売</p> <p>1998年 業界初 自然共生型「ハイブリッド換気システム」を発売</p> <p>1999年 業界初 ワンタッチフード & コネクタ採用「ブーツレンジフード」を発売</p> <p>1999年 業界初 省施工ダクト用換気扇「楽タッチ」を発売</p> <p>2000年 業界初 省施工パイプ用換気扇「パイプ楽タッチ」を発売</p> <p>2001年 業界初 省エネ大賞 銅賞 「インバータ搭載自動運転」換気システムレンジフードファン発売</p> <p>2004年 業界初 エクセレントECP 銅賞 ハイブリッド換気システムIIIを発売</p> <p>2005年 業界初 省エネ浴室換気乾燥機「バスタライ」を発売 東芝独自のエコ乾燥モード</p> <p>2012年 ダクト用「ツインエアロファンシリーズ」を発売</p> <p>2014年 業界初 エクセレントECP 多室ダクト用換気扇を発売</p> <p>2021年 業界初 エクセレントECP パイプ用ファン「サイレントクリーンファン」シリーズ発売</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

製品

1987年 (昭和62年) 人体感知センサー付きパイプ用ファン

1989年 (平成1年) 人体感知センサーと、結露センサーによる自動運転のダクト用換気扇

DVF-14BXS

1988年 (昭和63年) 「ロール式フィルター付換気扇」を発売

引き紐を2〜3回引くだけで手を汚さずにフィルタ交換が完了。1.5ヶ月に一回の操作で、1ロール約一年使用できた。

VFH-20ARF

2001年 (平成13年) レンジフードファンによるLDKの換気システム

調理時だけでなく通常LDK換気もこなす。直流インバータモータを搭載し、調理中やそうでない様々なシーンで最適化を行う事で空調負荷も軽減し、従来機種に対する省エネ率84%を実現した。

VFR-93YAK

VFR-93NAK

2004年 (平成16年) ハイブリッド換気システムIII

温度差や自然の風の影響で変化する住宅の自然の換気力を検知しながら、過不足分を機械換気で補い、最小限の年間消費電力で運転するシステム。

平成15年度の省エネ大賞省エネルギーセンター会長賞を受賞。

VSY-20S

VFP-C8MS

VFP-8M

技術

定風量制御

| 自然換気 | 自然換気+機械換気 | 機械換気 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| 風が強い場合にはダンパー制御により自動的に設定された換気量に調整。 | 自然の換気力を補うよう、きめ細かなファン抑制で設定された換気量を確保。 | ファンの回転数を高めて換気量を確保。 |
| 一定風量 | 一定風量 | 一定風量 |
| ダンパー CONTROL | ファン OFF | ダンパー OPEN |
| ダンパー OPEN | ファン ON | ダンパー ON |
| 自然換気が強いとき | 自然換気が少し足りないとき | 自然換気がないとき |

2014年 (平成26年) 多室ダクト用換気扇

1つの換気扇で複数の空間を24時間同時に換気できる。またツインエアロファンシステムと呼ばれる「両吸い込みファン」の採用で大風量化と低騒音化を両立した。

DVP-TD14CLDT

2021年 (令和3年) パイプ用ファン「サイレントクリーンファン」シリーズ

新形状のプロペラの採用とモーターの小型化により大風量で低騒音、メンテナンス性の向上を実現。当社従来品に対して換気風量を23%向上、運転騒音を6dB低減した。

VFP-C8MS

VFP-8M

3rd Generation に向けて

換気は家庭でも業務用途でも重要な空調機能であり、基本24時間運転している。単体としては大風量、低騒音、低入力といった送風機としての性能アップが目標となるが、空間全体で考えると空調/冷熱負荷にも影響する室内圧力コントロール等は換気扇の重要な機能となる。省エネの全体最適化分野はCPSにも絡み、今後も換気扇が関わるソリューション提案のすそ野は広い。

ツインエアロファンシステム

従来の片吸い込みファンに対して、手前と奥側から吸い込む「ツインエアロファン」とすることで、風量を大幅にアップしながら、騒音をほぼ半分(-3dB低減)に抑える技術。

従来(片吸い込み) ツインエアロファン

| 1st Generation | | | | 2nd Generation | | | | 3rd Generation | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|--|--|---|---|--|--|---|--|
| 1965 (S40) | 1970 (S45) | 1975 (S50) | 1980 (S55) | 1985 (S60) | 1990 (H2) | 1995 (H7) | 2000 (H12) | 2005 (H17) | 2010 (H22) | 2015 (H27) | 2020 (R2) | | | | | |
| 1963年 電気温水器発売/前橋工場 ※米軍基地向け/前橋工場 | 1969年 電気温水器アルミニウム製タンク ※製造開始/前橋工場 | 1974年 石油焚き温水ボイラー発売 ※設計は富士、製造はヒノデ | 1976年 世界初 電気温水器 YUS190ステンレス缶体製発売 「ステンレスホット」 | 1977年 石油焚き給湯器 お湯っ子 発売 ※設計富士工場/製造ヒノデ | 1982年 ガス給湯器付風呂釜 発売 ※製造 富士工場 | 1987年 世界初 マイコン制御タイプ 電気温水器発売 ※前橋工場 | 1992年 全自動風呂給湯 電気温水器発売 ※前橋工場 | 2003年 R410A家庭用ヒートポンプ給湯器 「ホットパワーエコ」シリーズ発売 | 2004年 省エネ大賞 銀賞 業務用ヒートポンプ給湯器 ほっとパワーエコBIG 発売 | 2005年 ほっとパワーエコスーパーBIG 発売 (4連結) 2005年 海外家庭用ヒートポンプシステム Air to Water (ATW) 発売 | 2007年 省エネ大賞 銅賞 業務用ヒートポンプ給湯器 「ほっとパワーエコウルトラ-BIG」シリーズ 2007年 再加熱ユニット発売 | 2009年 エクセレントECP 海外ATW 「ESTIA」シリーズ 発売 2009年 家庭用エコキュート 「エスティア」シリーズ発売 (銀イオン発生装置搭載) 2010年 業務用ヒートポンプ給湯器 ホットパワーエコBIG II ウルトラBIG II 発売 | 2012年 エクセレントECP 循環加温ヒートポンプシステム CAONS700 発売 (90°C出湯) 2012年 エクセレントECP 循環加温ヒートポンプシステム CAONS140 発売 (90°C出湯) | 2013年 エクセレントECP 循環加温ヒートポンプユニット 発売 CAONS45 発売 | 2014年 エクセレントECP 「エスティアプレミアムモデル」発売 (銀イオン残り湯リサイクル) (排熱ロス低減) 2014年 エクセレントECP 熱回収CAONS発売 | 2015年 エクセレントECP 業務用CO ₂ エコキュート 発売 2015年 業務用ヒートポンプ給湯器 ホットパワーエコBIGIII 発売 2015年 エクセレントECP 海外向けATW 「ESTIA」寒冷地対応 発売 (-25°C対応) 2016年 エクセレントECP 循環加温ヒートポンプシステム 60°C出湯タイプ 発売 CAONS140L 2018年 中国向けエコキュート 発売 2019年 家庭用エコキュート 「エスティア」6シリーズ 太陽光発電余剰電力活用モデル |


製品 1976年(昭和51年)～
電気温水器 YUS190 ステンレス缶体搭載

貯湯用途の缶体材料を新日本製鉄と東芝(技術研究所と前橋工場)との共同研究で開発したステンレス素材「高耐蝕ステンレスYUS190」を採用した。
1976年の電気温水器に採用されて以来、東芝給湯器缶体はサビに強く丈夫で長持ちの実績を築く。



2009年(平成21年)～
家庭用エコキュート「エスティア」シリーズ

地球温暖化係数1の自然冷媒(CO₂)を使用した環境面に優れた家庭用給湯システム。
■当社オリジナル機能
① 銀イオン発生ユニット搭載
家族全員の入浴が終わるまで快適性を保つ。二日目でも残り湯に菌が繁殖しないので、湯はりに利用したり、洗濯用水としても使える。
② 給湯量ナビ
お湯の使用量をリアルタイムで見える化する事で、お湯の消費意識を高める。
③ こだわりの5年保証
信頼と実績の証。



2012年(平成24年) **エクセレントECP**
循環加温ヒートポンプシステム(90°C出湯タイプ)


90°C出湯ができるため、従来ヒートポンプでは対応していなかった洗浄工程や乾燥工程など産業用途に使用できる新ジャンル商品。
利用場所近傍でお湯を作るので搬送時の熱ロスが小さいのも特徴。シリーズには、他に90°Cを必要ない用途向けにCAONS45とCAONS140Lがある。



2004年(平成16年)～ **省エネ大賞 銀賞**
業務用ヒートポンプ給湯機 ほっとパワーエコBIGシリーズ

インバータ&グリーン戦略を業務用給湯事業へ展開した商品で、燃焼式が主流の業務用給湯市場の熱源転換を加速する。業務用途として、登場以来大容量化が進む。

2004年 ほっとパワーエコBIG (最大14kW)
2006年 ほっとパワーエコスーパーBIG (最大56kW) (4連結)
2007年 ほっとパワーエコウルトラBIG (最大168kW)
2010年 ほっとパワーエコウルトラBIG II (最大180kW)




2009年(平成21年)～ **エクセレントECP**
海外向けヒートポンプ給湯機 HWS-1404H-E

欧州では化石燃料を使った温水器からヒートポンプを熱源としたシステムへの代替が加速している。当社の高効率なヒートポンプ技術で拡販を狙う。

2015年(平成27年)～ **エクセレントECP**
海外向けヒートポンプ給湯機 寒冷地対応製品 HWS-P1104HR-E

北欧寒冷地対応として-25°Cまで安定した給湯運転を実現し、最高60°Cまでの給湯を可能とした商品。



2016年(平成28年) **エクセレントECP**
熱回収CAONS

工場や温泉などでは使用されていない(使い終わった)40°C以下の「低温熱」があり、その今まで捨てていた熱を熱回収CAONSで回収し、必要なだけ加熱することで再び使える50°C～85°Cの「中高温水」にするシステム。



技術 銀イオン発生ユニット

【銀イオンの発生】
水中で対向する二枚の純銀プレート間に低電圧を印加する。

【銀イオンの濃度コントロール】
湯はり量を検知しながら通電時間をコントロールする事で狙った濃度にコントロールする。リモコンから「少なめ」「標準」「多め」の3段階から選択できるようになっている。

【配管洗浄運転】
浴槽内の銀イオンの湯を循環させることで、湯はり回路の細菌繁殖も抑える機能。



90°C高温出湯ヒートポンプサイクル

2つのDCツインロータリーコンプレッサで最適制御し、2段階で高温にします。高温になった冷媒の熱を水に伝え、循環する水の温度を上げて90°Cの高温に保ちます。排出される冷風を冷房用途として使うこともできます。

熱源ユニット
1st stage コンプレッサで加温
供給ユニット
2nd stage コンプレッサで、さらに加温

洗浄機・加温装置等
循環用ポンプ (イメージ)
冷風の再利用も可能



3rd Generation に向けて

ヒートポンプを使った高温出湯技術による熱源転換・応用範囲拡大を推進してきた。今後は、それらを継続するとともに、暖房・給湯機器の継続的な成長が見込まれる欧州市場での事業拡大のため、欧州製造拠点製品の開発強化並びに欧州各社との協業が期待される。更にはその他海外各市場に向けた魅力あるローカルフィット商品の開発加速でより一層の事業拡大が期待される。

コラム ヒートポンプについて

■熱の特性
熱は温度が高い側から低い側に移動します。



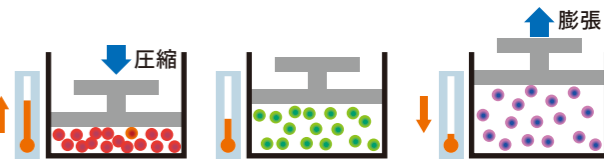
極寒 常夏
コップの水は凍っていく 熱
コップの水は溶けていく 熱

！ 温度差を作れば熱を移動する(集める)事ができるんだ。
寒い冬でも、まわりより冷たいモノを置いておけば、熱を集める事ができるね。

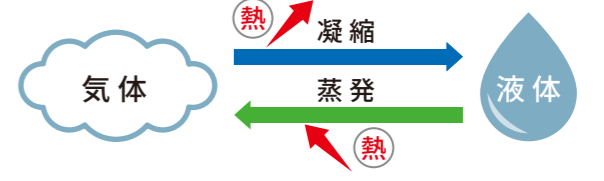


■気体の状態と温度

① 気体は圧縮すると温度が上がり、膨張すると温度下がります。



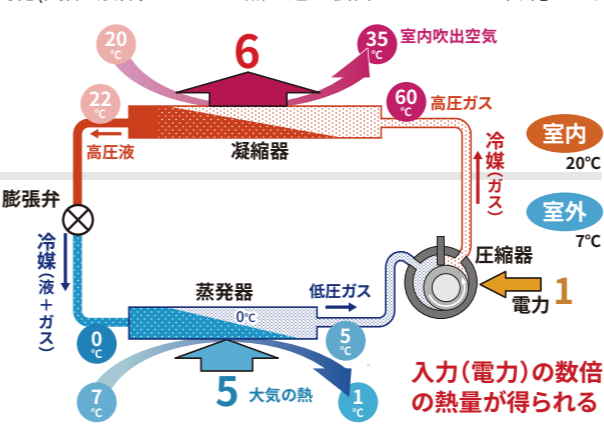
② 気体から液体になる時に熱を出し、液体から気体になる時に熱を吸収します。



！ 気体の状態を変化させれば、熱くも冷たくもできるんだ。

■ヒートポンプの原理「冷凍サイクル」とは

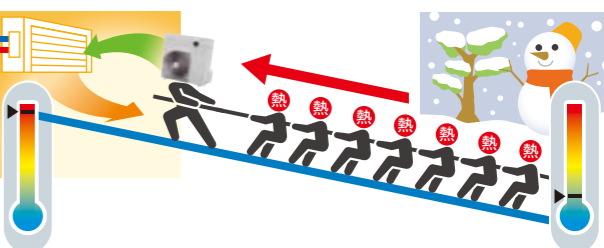
気体の状態を変化させながら、循環させることです。この時に状態変化(気体・液体)しながら、熱を運ぶ役目をするのが、「冷媒」です。



膨張弁 冷媒(液+ガス) 20°C 22°C 60°C 35°C 室内吹出空気
凝縮器 高圧ガス 冷媒(ガス) 室内 20°C 室外 7°C
圧縮機 電力 1
蒸発器 低圧ガス 5°C 1°C 5°C 0°C 7°C 5°C
5 大気(熱) 入力(電力)の数倍の熱量が得られる

■冷凍サイクルを使って暖房するしくみ

寒い冬でも、蒸発器で大気より低温の冷媒に熱を集めて、凝縮器で高温冷媒よりも低温の部屋の空気に放熱する事で、暖房する事ができます。



！ 冷凍サイクルを使えば、寒い冬でも大気熱を集めて、暖房することができるんだ。
！ ヒートポンプでは、冷媒を圧縮する(移動させる)ためと、送風機で空気を入れ替えるために電力を使うんだ。使ったエネルギー(注1)よりも、はるかに多くの大気中の熱エネルギーを集めて利用できるから、とても効率的なしくみなんだね。

ヒートポンプの原理

圧縮機 冷媒の圧力を高めて循環エネルギーを作るために電力を使います。
凝縮器 高温高圧の気体を液体にするはたらきがあります。凝縮器では、高温状態である事と冷媒の放熱とで、熱が冷媒から空気に移動します。この時、空気の入れ替えのため送風機を回す時に電力を使います。
膨張(減圧)弁 中温高圧の液体を減圧して温度を下げる事で、気化しやすい状態にしながら、周囲よりも温度を下げる役目があります。
蒸発器 低温低圧の液体を気体にするはたらきがあります。蒸発器では冷媒が低温状態である事と吸熱の効果で、熱が空気から冷媒に移動します。この時、吸熱する側の空気の入れ替えのため送風機を回す時に電力を使います。

注1: 発電して得たエネルギーを石油に換算したものを一次エネルギー換算と言います。通常、火力で電気を作る時は送電ロス等も含めて、一次エネルギーの38.4%(注1)が電気エネルギーとして利用できるとされており、ヒートポンプでは消費したエネルギーの約2.6倍以上の熱エネルギーを利用できれば、石油を直接燃やした時よりも効率的ということになります。

※1 出所: 経済産業省 資源エネルギー庁 ホームページ 「エネルギー原別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂版)」

2009年、欧州で採択された「再生可能エネルギー推進に関する指令」の中で、ヒートポンプ利用により得られた熱エネルギーを、太陽光、風力、地熱などによる発電と同様に再生可能エネルギーとして扱う事が明記されました。同年、日本でも「未来開拓戦略」に、EU方式を踏まえ、再生可能エネルギー導入指標にヒートポンプ等を含むと明記されています。

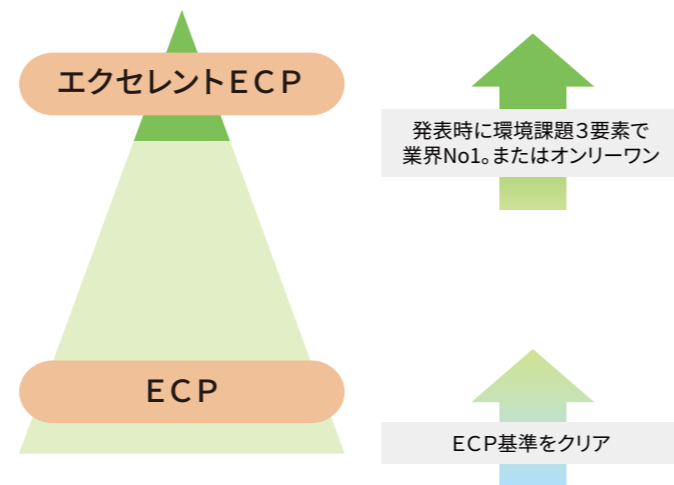
環境調和型製品 (environmentally conscious products)の創出

東芝キャリアグループでは、全製品において「地球温暖化抑制」「資源有効活用」「化学物質管理」の3つの課題解決に取り組み、環境性能を継続的に講じる事で、環境調和型製品 (ECP) を創出しています。

| 3つの課題 | 企画・開発・設計 |
|--|--|
| <p>地球温暖化抑制</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ●省エネ性の高い製品開発 ●製品の効率的な活用技術の開発 ●周辺機器との連携による省エネ技術開発 ●待機電力の低減 ●性能低下・故障リスク低減による使用エネルギー削減 (例)故障予防、故障予知 ●低GWP冷媒応用技術の開発 ●冷媒洩れ検知技術の開発 ●製品の最適形状化による輸送時のエネルギー削減 ●開発試験の効率化 ●製品への省エネモード搭載 ●消費電力量の見える化表示  |
| <p>資源有効活用</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ●小形化・軽量化・構造の最適化による材料削減(製品、梱包材) ●再生プラスチックの採用拡大 ●レアメタルの使用量削減 ●最適材料での腐食などの予防による長寿命化 ●性能低下・故障リスク低減による長寿命化 (例)遠隔監視システム/定期メンテナンス ●易分解性設計 ●水使用製品における水使用量の削減 (例)水使用量の見える化、銀イオン水採用に水の再利用  |
| <p>化学物質管理</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ●製品に含有される化学物質の削減・使用中止・代替化 ●RoHS指令対応部品の採用 ●REACH規則への対応  |

エクセレントECP創出

「地球温暖化抑制」「資源有効活用」「化学物質管理」の3要素で、上市時点において主要環境性能がNo.1あるいはオンリーワンの製品が「東芝グループエクセレントECP」として(株)東芝から認定されています。東芝キャリアでは2009年度に2製品が認定されて以降、毎年エクセレントECP認定製品を創出し、業務用空調機器、大形熱源機器、給湯機器、コールドチェーン機器、換気機器のすべての製品群で認定されています。



SDGs (持続可能な開発目標)とは

2015年9月に「国連持続可能な開発サミット」の成果文書として、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択されました。アジェンダは、人間、地球および繁栄のための行動計画として、宣言および目標を掲げました。この目標が、17の目標と169のターゲットからなる「持続可能な開発目標(SDGs)」です。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

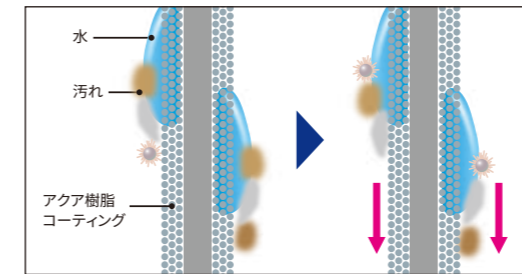


コラム こんなところにも環境技術

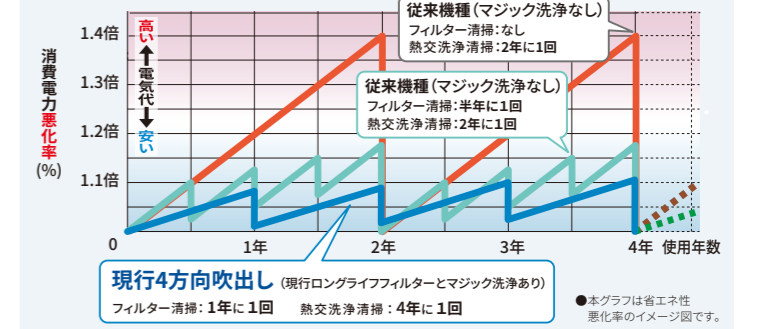
■ アクア樹脂コーティング(家庭用・業務用空調機)

油・汚れ等によるフィン表面の汚れを冷房運転中の結露で洗い流し、熱交換の経年による効率低下を抑制します。初期性能だけでなく、経年性能にも配慮するのが東芝キャリアのこだわりです。

- ① フィルターでキャッチできない細かな汚れがフィンに付着。
- ② 結露水が汚れを浮かせて、はがしとる。



省エネ性悪化率推移(一般的な使用例 当社調べ)



■ お湯に付加価値 銀イオンの湯(家庭用給湯機)

湯はり水路に銀イオン発生ユニットを搭載。銀イオンが高い除菌・防臭効果を発揮。お風呂のお湯を清潔に保ち、残り湯もリサイクルして、無駄なく節水。沸き増し水路内の汚れも抑制して、見えないところできれいを保つ技術です。



■ デジタル放送局向空調機(業務用空調機)

放送機材冷却用空調機にインバーター機が望ましくない事は通称オレンジブックにも明記されているが、東芝キャリアは放送機材、信号に影響を与えない放送機器用スーパーパワーエコを開発し複数の放送局に採用されています。(インバーター機シェア100% 2005年時点) 機材メーカーの技術者がノイズ評価試験を終えた際、「自身の認識を新たにしました。こういう機材を普及すべき」との感想を述べられたのが印象に残っています。



小動物新入防止構造

小動物は暖かいところが好き。室外機内の電気部品の充電部に侵入して感電しないように感電防止策を取っています。

電気部品箱

中の電気部品を絶縁シートでびったり囲み、ヤモリの侵入を防ぎます。



初物語

当社とロータリーコンプレッサとの歴史は独自技術開発の決断から始まり、今もその進化は止まらない

当社のロータリーコンプレッサ開発の歴史は1967年(昭和42年)2月に行われた常務会答申において、土光社長による「ロータリーの開発は苦労が多いが、将来性は有望でありロータリーを採用せよ」との決断から始まった。

1- 独自技術による開発のはじまり

世界では米国GE社が1950年代前半に空調用ロータリーコンプレッサを商品化しているが、東芝では1960年代に自社開発を目指した試作が進められていた。一方で、当時GE社からはロータリーコンプレッサの技術提携の話もあり、「独自開発」か「技術提携」か、事業部としても決断にせまられていた。

1967年(昭和42年)2月の常務会において、ロータリー方式はメカニズムが合理的(回転運動をそのまま圧縮運動に変換でき、構造が簡単で部品点数も少ない)な反面、軸受部品等の要求精度が厳しく、高度な製造技術と多額な設備投資が必要である事が説明された。すると土光社長から、「ロータリーの開発は苦労が多いが、将来性は有望でありロータリーを採用せよ」との決断が下されたのである。

それを機に全社を挙げての開発がスタートし1968年(昭和43年)ついに当社独自技術による日本初の空調用ロータリーコンプレッサの試作開発に成功した。それはB型シリーズと呼ばれ、後に初の純国産技術によるロータリーコンプレッサとして国立科学博物館が選定する「重要科学技術史資料」に登録される事になった。

それはまた、当社とロータリーコンプレッサとの歴史の始まりでもあった。

2- インバータとの出会い

1970年代の二度に渡る石油危機はエネルギー資源を輸入に頼る日本の課題を浮き彫りにしたが、技術者にとっては省エネに向けた新たな技術開発へのモチベーションとなっていた。

それまでのエアコンは一定速度で運転するため、温度制御は主にコンプレッサのオン・オフで行っていたが、必要な能力に応じて回転数を可変するインバータ方式の開発がスタートすると、コンプレッサには低速から高速まで広範囲な運転を可能とする事が課せられた。そして、低速回転時の潤滑性能、振動、高速回転時の耐久性、騒音などを高度な技術で克服し、1981年(昭和56年)には世界初となる

インバータロータリーコンプレッサPシリーズの開発に成功すると、家庭用エアコンRAS-225PKHVに搭載されたのである(注1)。インバータとロータリー方式との組み合わせは、短断続運転による電力ロスの低減だけでなく、中低速域でより高い効率で運転できるため、エアコンの省エネには理想的だった。

注1:当社では1980年に世界初の業務用インバータエアコンの開発に成功しているが、それには既に極数変換などで可変速対応の基礎技術を確立していたレシプロコンプレッサが搭載された。

3- 188X1の軸受摩耗の経験

PシリーズからX2シリーズへと順調にモデルチェンジが進んでいたが、1986年(昭和61年)にX2からよりコンパクトなX1シリーズに変更すると、市場で運転開始から数年で圧縮機から異常音を発生し、ロックに至るといった現象が起き始めた。これは最終的にコイル率が2割に迫る不良となった。いわゆる「188X1(イチパッパエックスワン)の副軸摩耗」である。

それまで摩耗に厳しいとされた高負荷運転ではなく、むしろ低負荷で使用されていた事がわかってくると、軸受摩耗発生メカニズムを解明するべく社内プロジェクトが立ち上げられた。その中でエアコンの「停止状態」や「フィルター汚れ」等を含むあらゆる使用状況を想定した試験を行った結果、低負荷でも軸受摩耗が厳しくなる仕組みが解明された。

ここで検証した評価手法や解析結果は、ただちにインバータエアコンの信頼性評価基準としてまとめられ、当社の冷凍サイクル信頼性設計の基盤となっている。

4- ツインロータリーという未来

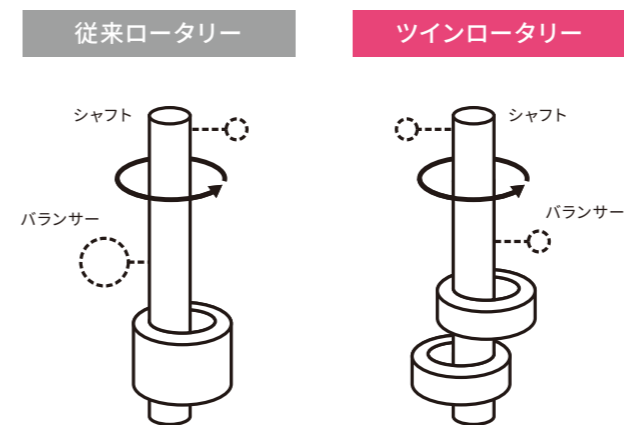
インバータエアコンの信頼性設計手法が確立すると、高速運転でより大能力を、低速運転でより省エネを目指す開発に取り組んだ。その時に問題になるのが振動であった。ロータリー方式の圧縮機構は軸の偏芯を利用したもので、高速回転では振動エネルギーが増えて機械的な負荷が大き

くなり、低速回転では摺動部の信頼性が悪化する。さらに30rps(1秒間に30回転)よりも低くなると極端に振動が大きくなり正常な運転ができなかった。

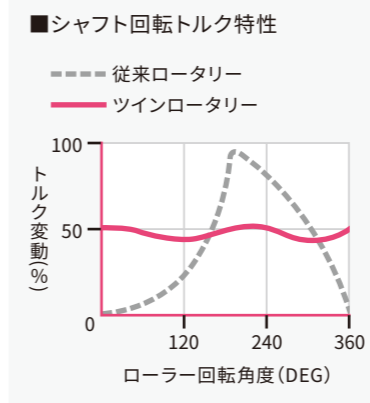
そのような中、一つのアイデアが生まれる。それは偏芯する軸の180度対角にもう一つ偏芯軸を持つ構造にすれば、互いに振動を打ち消し合い、滑らかに回転するのではないかというものであった。そして、試作品が作られるとすぐに製品開発部門に渡された。結果は、振動面では高速も低速も良好で、特に低速側ではそれまでの30rpsの限界を軽く突破できた。しかしながら、性能面では従来のもよりも悪化する結果となり、製品開発部門からは不評だった。

それでもこの構造が「ロータリーコンプレッサの未来」であることを直感し、その後も開発は続けられ、ついに1988年(昭和63年)性能を満足し、かつ小形軽量、低振動が特長のツインロータリーコンプレッサA1シリーズが誕生するのである。当時、最低回転数は15rpsだったが、現在は摺動部の耐摩耗技術の他、直流モータ化、駆動制御の高度化などにより約5rpsまでの低速化が進んでいる。

前出の188X1で確立した信頼性評価手法に基づき開発されたツインロータリーコンプレッサは、今日の「東芝のコンプレッサは強い」との評価の始まりとなった。



偏芯する二つのローラーが、回転軸を中心に相互に引っ張り合うように回転し、冷媒ガスを圧縮する方式。回転時のトルク変動が低減し、滑らかな回転と、エネルギーロスの少ない運転が可能となった。



(図1) ツインロータリーコンプレッサ

5- 直流ブラシレスモーター搭載の効果

1993年(平成5年)には世界初の直流ブラシレスモーター搭載に成功した。それはDCツインロータリーコンプレッサと呼ばれ、DCインバータ(永久磁石を埋め込んだロータの位置を検出しながら、フィードバック制御により精緻にコントロール)との組み合わせで大幅な省エネを達成すると、それらを搭載した家庭用エアコンRAS-251NTD、RAS-281NTD(ツインDDシリーズ)は、その年度の省エネバンガード21(現在「省エネ大賞」)で最高賞となる通商産業大臣賞を受賞した。

また、直流モーターの電磁解析技術は同時期に進化を遂げ、その後埋め込む磁石の材質や形状、電磁鋼板の設計等、様々なモーター効率改善の技術が織り込まれていくことになる。

6- 集中巻コイルの効果

1999年(平成11年)にはDCツインロータリーコンプレッサを次のステージに押し上げる技術が生まれる。それが従来の分布巻方式に変わる世界初(注1)の集中巻方式直流ブラシレスモーター搭載コンプレッサである。集中巻方式の特長はステータに直接銅線を巻き付ける構造で従来に比べて巻き線の使用量を約35%低減でき、銅損の大幅な改善により中低速回転領域での効率改善効果が顕著となる事だった。それは同時に省資源とコスト低減(小形軽量化)にも寄与した。また、巻線間の隙間を従来モーターよりも十分大きく取れ、この隙間を冷媒ガスの通路として有効活用することで、圧縮機から冷媒と共に吐出される潤滑油の量を大幅に低減し、圧縮機の信頼性をよりいっそう向上する事になった。

集中巻方式コンプレッサとそれを駆動するPAM&PWMハイブリッドインバータを搭載した家庭用エアコンRAS-225YDR他、255、285、325、406、506YDR(大清快シリーズ)は、その年度の省エネ大賞「通商産業大臣賞」を受賞している。

注1:集中巻方式コンプレッサは、同年、三洋電機からも発表されるが、両社はそれぞれ独自開発による。

7- 可変気筒デュアルコンプレッサ

2004年(平成16年)、更なる低能力域での高効率運転技術が開発された。それが世界初の可変気筒デュアルコンプレッサである。従来のコンプレッサは9rpsまで低回転化が可能となっていたが、次世代省エネ(高気密、高断熱)住宅の登場等で更なる低速域での高効率化が求められていた。

可変気筒技術とは、ツインロータリーコンプレッサの片方の圧縮室を能力負荷が低い時は休止して効率を上げるものであり、同時に最低回転数は約5rpsを実現、能力を絞っても適正な圧縮率を保ち高効率を維持する事ができ、扇風機並の消費電力の連続運転で、快適性と省エネを両立した世界唯一のエアコンを実現するものである。海外の学会でデュアルコンプレッサを説明した際に、聴衆から『もっと簡潔に説明しろ』と言われた際、『デュアルコンプレッサは、地球温暖化は止め

ますが、コンプレッサは止まりません』と答えたとの逸話が残っている。まさに言い得て妙の回答である。

現代の高気密高断熱化が進んでいる省エネ住宅ともベストマッチなこの技術は、カタログの数値には表現できないが、実運転時の省エネに有効であることは第三者によるテストで実証されており、空調業界よりもむしろ建築学会や電力会社等から高い評価を受けている。今後この技術の家庭用途以外での展開が待たれる。

8- 大容量化開発のはじまり

ツインロータリーを端緒とする第二の潮流である大容量化は1990年代に始まっている。従来、ロータリーコンプレッサの大容量化は、主に振動や摺動部の信頼性の悪化を伴うため困難とされていた。ところが、ツインロータリー方式による回転バランスの向上は、この大容量化に伴う振動抑制や摺動部の信頼性を大幅に向上することができたのである。1990年代には家庭用大形リビング用途に2馬力クラスのA2シリーズが開発されると、列車用に6馬力までカバーするA3の一定速ツインロータリーコンプレッサ等が開発されており、これが大容量化のはじまりとされる。

9- 大容量化開発の加速

1998年(平成10年)に世界で初めてR410Aを採用したエアコンを発売すると、そこで使われた高効率冷媒R410Aとツインロータリーコンプレッサとインバータとの組み合わせが、機器の効率化と省資源を進めるものとして、業務分野に展開させる「インバータ&グリーン戦略」が決まった。奇しくも1999年(平成11年)の米国キャリア社との業務提携による業務用空調事業分野の強化もあり、コンプレッサの大容量化の開発は一気に加速することになる。

R410Aは高効率である反面、凝縮圧力が従来冷媒の1.6倍となりその対応が課題であったが、家庭用エアコンでの高耐圧設計の知見を活かすとともに、摺動部強化や更なる加工精度の向上等で課題を克服し、ついに2000年(平成12年)、大容量DCツインロータリーコンプレッサA2,A3シリーズの開発に成功した。それらは、業務用空調機スーパーパワーエコシリーズに搭載され、その年度の省エネ大賞では製品とコンプレッサが各々受賞するダブル受賞となった。その翌年には一定速機の更新需要をターゲットに開発された「省エネ、軽量、コンパクト」が売りのインバータ室外機、スマートエコシリーズに搭載されると、日本における業務用空調機のインバータ化率100%へのはじまりとなった。A3シリーズはその後ビルマルチにも搭載され、当社はビル用マルチシステムにロータリーコンプレッサを世界で初めて採用したメーカーとなった。続いて更に大容量化したA4シリーズを開発し2010年空冷モジュールチラーに搭載した。その吐出容積は実に79cc(後に100CCまで拡大)となり、世界でも類を見ない16馬力クラスツイン

ロータリーコンプレッサを完成している。この家庭用小容量から産業用大容量迄幅広くラインナップしていることが、ロータリーコンプレッサが東芝キャリアのコンプレッサの代名詞と言われる所以である。

10- ツインからトリプルへ

搭載する機器の更なる高効率化とコンパクト化という課題克服のため、20馬力クラス(吐出容積にして120cc)の大容量コンプレッサの開発方針が固まる。設置スペースを同等、つまりコンプレッサのケース径(170mm)同等で吐出容積を20%拡大する場合、ツインロータリー方式では振動、騒音が増大するとともに、軸負荷、シャフトたわみ等による信頼性の確保が難しい事がわかった。そこで、圧縮室を三つ配置することで、大容量、高効率、低振動・低騒音のトリプルロータリーコンプレッサを開発した。(図2)

3室の偏芯軸がそれぞれ120度の位相差を設けて圧縮するため、180度対角のツインロータリーコンプレッサよりも更にトルク分散することで、高効率、大容量、低振動に効果がある。また中間軸受を持つことで、シャフトたわみ、軸負荷が抑制され大容量コンプレッサでは初となる最低回転数10rpsも達成し、従来よりも低能力範囲を拡大している。

このトリプルロータリーコンプレッサを搭載したスーパーマルチuシリーズの大容量筐体は、2020年度の省エネ大賞最高賞である経済産業大臣賞を受賞した。

11- さいごに

振り返れば、ロータリーコンプレッサを技提に依らず独自開発する事を決定して以降、省エネのためにインバータ化を行い、188X1の経験により信頼性手法を確立しつつ、良好な部分負荷特性をツインロータリー化や直流モータ採用、可変気筒技術で進化させてきた。そしてツインロータリー構造が扉を開いた大容量化で用途を拡げながら今日のトリプルロータリーコン

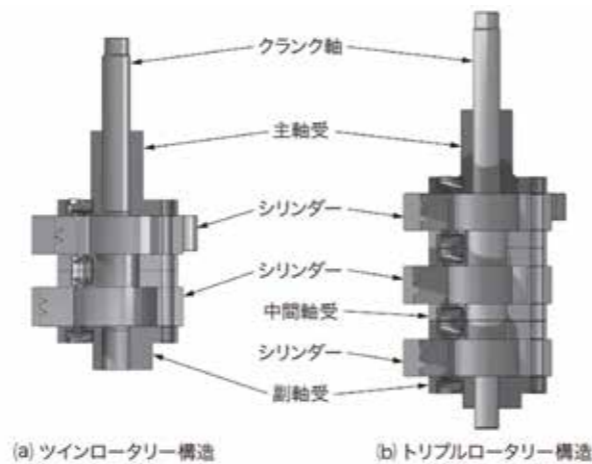


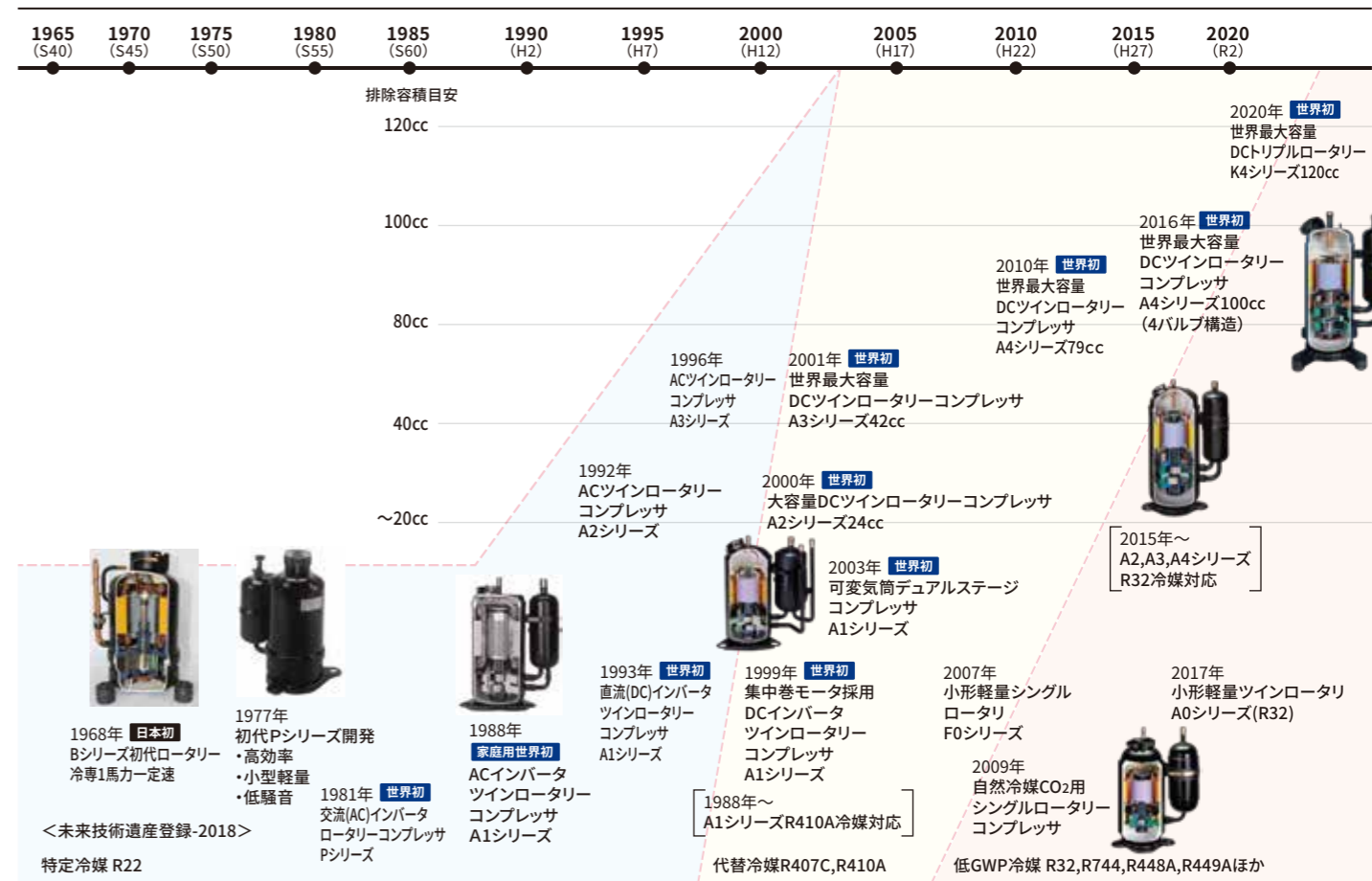
図2: ツインロータリー構造とトリプルロータリー構造
ツインロータリー構造は、主軸受と副軸受の二つで、トリプルロータリー構造は、主軸受、中間軸受、及び副軸受の三つでクランク軸を保持している

レッサ実現に至っている。

ロータリーコンプレッサの歴史は、技術者のアイデアを形にし、失敗を改善して獲得した技術のその上に新しい技術を積み重ねてきた結果であるわけだ。そのことは、例え最初の結果が思う通りでなくても、良いと思える技術はあきらめずに開発を「続ける執念」、

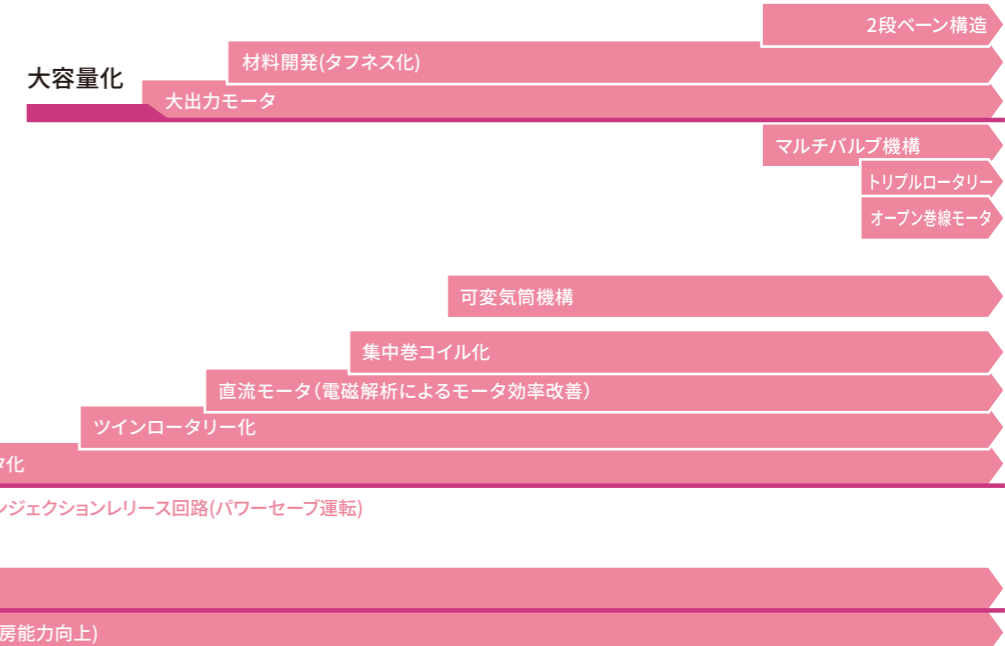
あるいは「続けさせる目利き」があった結果とも言える。そして、日々新しい課題に立ち向かう技術者にむかって、「難題がある時、それは独自技術獲得の機会となるんだよ」と、語り掛けられた気がするのである。

■ ロータリーコンプレッサの技術年表



環境対応

オゾン層破壊係数ゼロ冷媒対応 GWP(地球温暖化係数)総量規制対応



初物語

新しい技術の獲得には自分で経験することが大切である そうして獲得した技術の上に、また次の技術が積み上がってゆく

空調・熱源機器の歴史を語る上でエレクトロニクス技術の進化は欠かせない。東芝ではマイコン技術をいち早くエアコン制御に応用したのを皮切りに、空調・熱源製品発展に繋がる新技術を産み出す先駆者となっていった。

1- マイコンで制御する時代の到来 業界初のマイコン搭載エアコン(1978年)

1971年(昭和46年)インテル社が4ビットマイクロコンピュータを開発すると、その後電卓などに採用されるようになっていった。そこで、エアコンでもマイコンを応用する開発に着手する事になった。ところが当時電装開発グループにマイコンを知っている者はおらず、入社数年目の技術者が開発チームに抜擢された。ハードウェアもプログラミングも全て自分で基礎から勉強しながら開発を進め、遂に1978年(昭和53年)に業界初となる「マイコン搭載エアコン」を発売したのである。

マイコン化により、それまでのメカ式の電気回路による制御からソフトウェアで制御する時代へと変わっていくと、できることが増えるとともに開発負荷も増えていった。マイコン搭載前の電装開発グループは製品開発部門の中にあり、比較的ほのぼのとした環境であったのだが、マイコン搭載以降、多忙を極め、それは体制が整うまで続いたのだった。

【初のマイコン搭載で実現したメリット】

- ①室温制御機能向上
室温変動幅が約3°Cから1°Cに改善。
- ②再起動時のブレーカトリップ防止
待機時間を制御してトリップ回避した。
- ③タイマ機能向上
24時間1分刻みで入・切が設定ができた

2- マイコン技術がもたらした次なる進化 世界初インバータ搭載エアコン(1980年)

マイコン技術がもたらしたもう一つの革新がある。前述の通り、エアコンが誕生して以来その温度制御は主に圧縮機のオン・オフで行っていたが、技術者にとっては圧縮機そのものの能力を可変できるエアコンが夢であった。学会等でモータの回転数制御にインバータを利用する基礎研究の

発表はあったが、当時のインバータは高価でサイズも大きくエアコンに搭載できるようなものではなかった。そこで、技術者はインバータの小形化に取り組むのだが、その時にブレークスルーとなった技術がまさしくマイコン技術であり、マイコンと電気回路のハイブリット化が小形化のキーとなった。

そして、世界初のマイコン搭載エアコンから、わずか2年後の1980年(昭和55年)に当時同容量のインバータに対して1/6という大幅な小形・軽量化を図ったインバータを開発し、業務用エアコン(床置タイプ)に搭載し発売した。これが世界初の業務用インバータエアコン「RAV-46HTY」である(図1)。

このインバータは当時最新鋭のジャイアントトランジスタ、マイコンおよび波形合成回路を使った「正弦波近似パルス幅変調方式」を採用していた。これにより、圧縮機のオン・オフの頻度が大幅に減少し、冷凍サイクルが安定するまでの電力ロスを軽減し、圧縮機の信頼性が大きく改善する一方、低能力時は熱交換器の利用効率が向上することで省エネ性も大幅にアップした。

しかし、エアコンのインバータ化の流れを確実なものにしたのは、翌1981年(昭和56年)に発売した世界初の家庭用インバータエアコン「RAS-225PKHV」であろう(図2)。

家庭用エアコンは交流100Vのため、倍電圧整流方式を採用し圧縮機に三相200Vを供給できるようにした。また、家庭



(図1) 世界初 業務用インバータエアコン

用エアコンでは圧縮機が搭載される室外機にインバータを収納するため、新たに小型ジャイアントトランジスタの開発を行い、業務用に比べさらに1/3のサイズまで小形化、それにより室外機の圧縮機上部に配置することができた。この配置は現在でも続く基本構造となっている。

3- 家庭用インバータエアコンにおける もう一つの革新 世界初電源同期シリアル通信の開発(1981年)

家庭用インバータエアコンではエアコン制御用と圧縮機駆動用の制御器が室内機と室外機にそれぞれ収納されるため、室内外で多くの制御情報を通信する必要があった。また、室内給電方式といって、室内から室外へ電力を給電しなければならなかった。

通信線と電源線は弱電と強電の違いがあり、それぞれ専用線で接続することが一般的だが、世界で初めて家庭用インバータエアコンを発売するにあたり、据付時の誤配線によるインバータの破壊をリスクと考えた。そこで室内外間の制御情報をシリアル信号に変換し、電源と信号を一つのケーブルで供給する世界初の電源同期シリアル通信を開発したのである。これは室内外の渡り線が電源を含めて3本(電源と通信とコモン)で済み、設置工事の簡略化と、誤配線されても壊れないという画期的な設計であった。

4- マイコン、インバータ搭載後の エアコン制御の更なる進化

マイコンをエアコンに搭載して以降、ビット数は4ビットから32ビットへ、メモリも2kバイトから512kバイトへ、周辺回路だったADコンバータ、通信制御回路、モータ制御回路も内蔵されて、現在では強電系の駆動回路以外はほとんどマイコンで行えるようになっていった。

それとともにセンサも進化、多様化し、最初は室温センサから始まり、冷凍サイクル温度センサ、冷凍サイクル圧力センサ、電流



(図2) 世界初 家庭用インバータエアコン

センサ、湿度センサ、赤外線温度センサ、ガスセンサ・気圧センサ・照度センサなどが、快適性、品質・信頼性、安全性等の実現のために採用されていった。

一方、インバータ化によりエアコンにパワーエレクトロニクス分野の技術が応用されるようになると、インバータ駆動素子もジャイアントトランジスタからIGBT、MOSFETへ、パッケージも個別から2in1、6in1、駆動回路を内蔵したIPMへとより高効率かつコンパクトになっていった。

インバータの駆動方式もより高度なシステムに進化していき、1993年(平成5年)の圧縮機の直流(DC)化に伴い、それまでの誘導モータ駆動のVVVF方式からロータの位置検出を行い、同期駆動する業界初のDCインバータ開発に成功した。(参考:図3.制御の歴史)

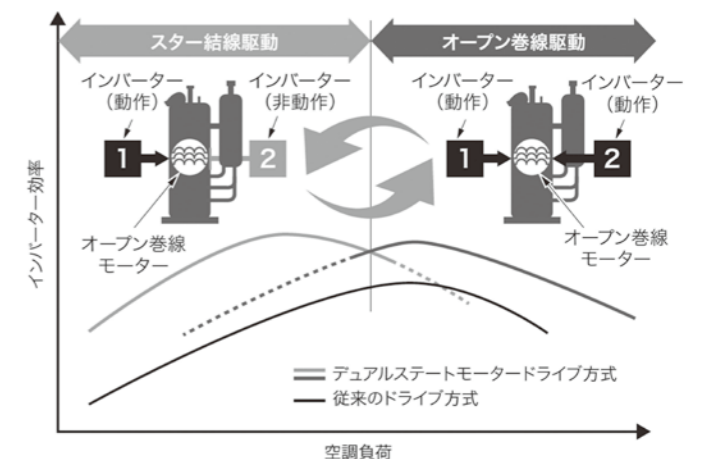
5- インバータ&グリーン戦略を支える コア技術

1998年(平成10年)家庭用エアコンのR410A化に続き、その横展開として推進された「インバータ&グリーン戦略」に対応したインバータ開発も次々と進められた。(参考:図3.制御の歴史)

まず、1999年から店舗・オフィス用エアコンパワーエコ、スーパーパワーエコ、スマートエコに展開されると、2003年にはビル用マルチシステムのオールインバータ化を達成した。そして2010年(平成22年)には空冷チラーのコンプレッサ駆動に世界で初めてインバータを採用した。2015年(平成27年)には、チラーの電源高調波対策及び効率向上のためのPWMコンバータを開発し業界で初めて標準搭載した。

2020年(令和2年)にはビル用マルチシステム用にデュアルステートインバータを業界で初めて開発している。大容量コンプレッサ駆動には、従来昇圧回路と大形インバータで回路を構成していたものを、本インバータでは一つの整流回路(電源回路)と二基の小形インバータで構成し、低負荷時は一つのインバータで駆動、高負荷になると2基の小形インバータで駆動し、それを空調機の運転状況に応じて切り換え可能とした。

低負荷時は一基のインバータで運転することで、従来の駆動



方式よりも効率を大幅に引き上げる事ができる一方、定格～高負荷時は2基のインバータで駆動する事で約1.7倍の高電圧をオープン巻線に印加することが可能となる。2基のインバータでモータを駆動する際に損失増大要因となる零軸電流を抑制することで、高負荷領域での効率向上に成功。つまり全域高効率を実現するという画期的な駆動制御技術となっている。

このように制御技術は当社のインバータ&グリーン戦略を支えるコア技術として今後も進化を続けていく。

6- さいごに

振り返ると、当時最新の技術を自ら学び、取り込み、あるいは創出してエアコンの発展を先導してきた先駆者の実際の努力

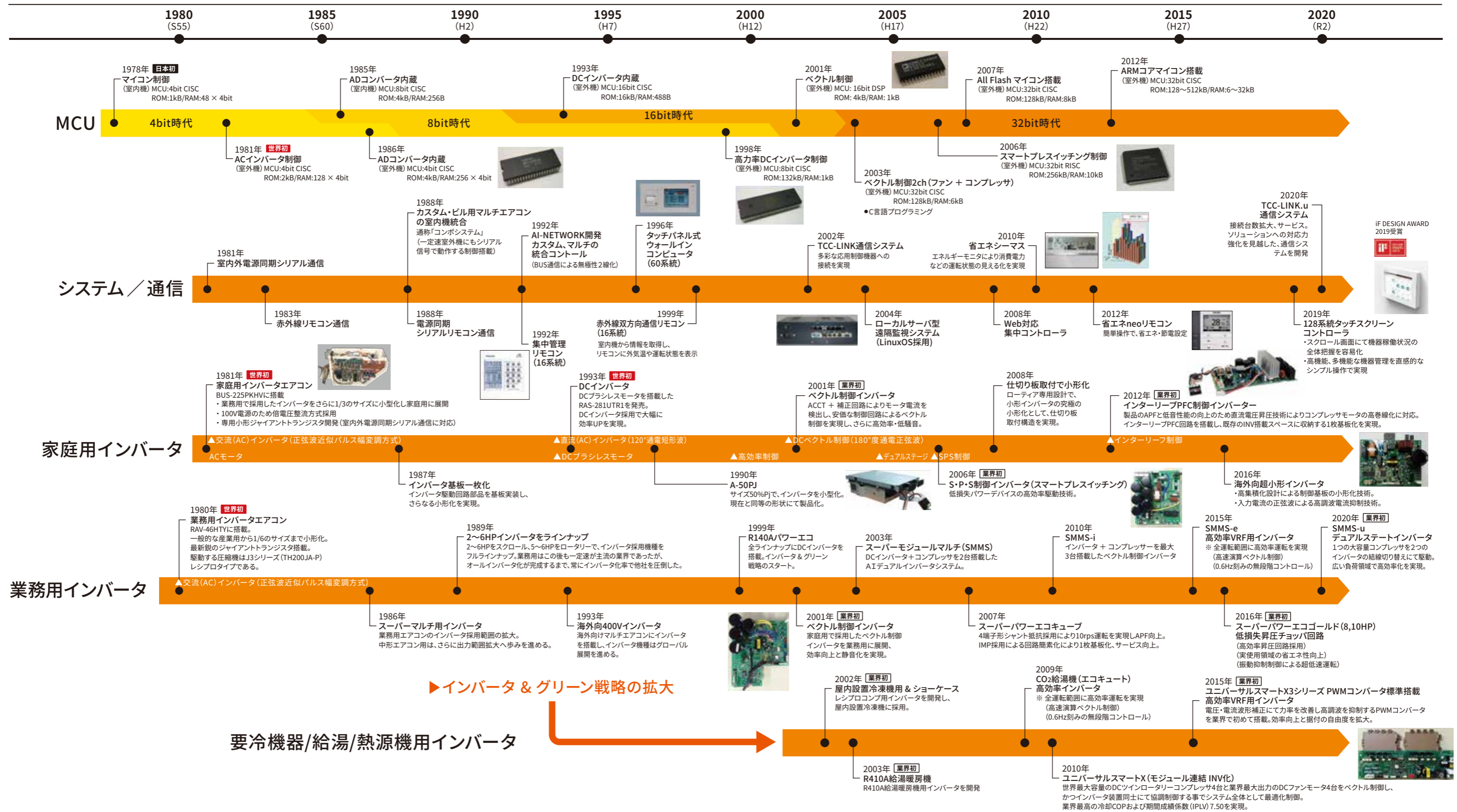
と苦労は計り知れない。それとともに、新しい技術を自ら学び、その経験の上に獲得したからこそ、次の技術に手が届いたということも増えてきた。

一方、マイコン技術ひとつをとってみても、最初に搭載したマイコンの演算能力は低かったものが、今では飛躍的に向上しており、その流れは今後も止まらない。黎明期には最新技術をより早く取り込み、さらに次の技術に繋げることが命題であったが、今で

はそれに加えて、顧客や社会課題の解決のためにどんな価値を創造できるのか、「コト」のデザインや、システム技術、アプリケーション等も重要になっている。

いずれにせよ、世の中にまだない「モノ」や「コト」を産み出すのはメーカー技術者に与えられた特権であることに変わりはない。だからこそ、常に世の中の兆しに目を配り、『自分がやりたい何か』を抱いて欲しいものである。

■ (図3) 制御の歴史



初物語

既存を当たり前とせず、あるべき姿を模索する

当社では世界で初めて開発した家庭用スプリット(セパレート)形エアコンをはじめとして、現在のエアコンの形態に通じるいくつかの潮流を作ってきた。それは、当社の提案が潜在ニーズにマッチした結果である。潜在ニーズを当てに行くことは難しいが、それらに共通するアプローチは既存を当たり前とせず、世の中の兆しを捕らえ、想像力を働かせてあるべき姿を模索する行為であった。

1- 国産と1馬力へのこだわり

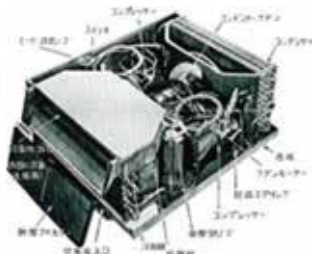
国産初の1馬力家庭用ウインドエアコン(箱型)

日本における家庭用エアコンは図1のようなウインド形エアコンに始まり、しばらくは輸入販売が続いたが、1952年(昭和27年)、日立から日本初の3/4馬力ウインドエアコンが発売された。当社では同年、今後の市場を開拓する方針のもと、日本の実情に合った製品を開発すべく、東芝柳町工場においてルームエアコン開発プロジェクトが始動した。そこで先頭機種の開発目標に掲げたのは、当時主流の3/4馬力ではなく、日本の高温多湿を考慮して1馬力タイプとされた。また価格を抑えるため、圧縮機をはじめとした冷凍サイクル部品も国産にこだわった。そして当時1馬力を引き出せる圧縮機がなかったため、1/2馬力圧縮機を2基搭載するという独自設計を行い、翌1953年(昭和28年)に1馬力国産第1号ウインド形ルームクーラー(注1)「コールドディア(RAC-101)」を発売したのである。

この時の国産化と独自設計へのこだわりが、その後の当社の空調機開発の基礎となっていった。



(図1)



注1: 当時のエアコンには暖房機能がなく冷房専用だったため、クーラーと呼ばれた

2- 日本家屋にマッチした形態を目指して 世界初のスプリット形(セパレート形)エアコン

ウインド形エアコンを日本の家庭用に普及させるには大きな問題があった。それは圧縮機を内蔵する一体型であったため、重量、大きさ、振動等で日本家屋には据付上の制約があった点だ。そこで既存の一体型構造を見直し、室内機と室外機を分離したうえで重量・大きさ・振動の主要因である圧縮機を室外機に収納する設計とし、1961年(昭和36年)、世界初となるスプリット形ルームクーラーとして発売した。

室内と室外とをつなぐ冷媒配管の接続については、高度な施工技術やガス入れ作業をすることなく据え付けられるよう、当時航空機部品に使用されていたセルフシールカップリングを採用することとした。そこには国産第一号機開発から流れる『家庭用エアコン市場を発展させよう』とする当時の技術者の気概を感じることができる。

スプリット形の形態は、室内機の低騒音・軽量・コンパクト化を実現したが、それは室内機の据付自由度および設計自由度の向上をも成し、その後の家庭用エアコンの主流になっていく。

3- 潜在ニーズは顧客に尋ねても拾えない 世界初のスタイリッシュエアコン(1990年)

潜在ニーズは潜在と言われるだけあって顧客に尋ねても拾えない。それまで壁掛形の外觀は各社、四角い形でサイ



(図2) 世界初の家庭用スプリット形エアコン(左:室外機、右:室内機) コンデニングユニットとは違い、圧縮機が室外機側に収納される点が特徴。

ズは縦横比で言うと2~2.5(代表:高さ360mm横幅815mm)あたりに収束しておりデザインも木目調が訴求カラーであった。

一方、一般家庭でも洋室が増えていく中で、エアコンの定位置であった掃き出し窓と天井間の寸法も、顧客指向と建築技術の進歩により徐々に狭くなっていった(=掃き出し窓が高くなってきた)。そのようなエアコンの据付環境の変化への気付きから、関連する情報を集めて「形を変えるとどうなるか」を模索。その結果、掃出し窓上への据え付けや、袖壁への据え付けに適した形として、それまで誰も見たことのなかった縦横比3(高さを298mmに抑え、横幅は半間ギリギリの900mm(奥行は168mm))のサイズに潜在需要があるのではないかと考えたのである。

そして、1990年(平成2年)、前述の横長サイズで丸みのある面構成、主流の木目調デザインに代え、絶妙な凹凸を有するシルキーホワイトベースの高級感のある色のエアコンを「スタイリッシュエアコン(RAS-S281YTR)」として発売した。すると、意図した据付自由度の実益以上に、その斬新なデザインにより店頭での見栄えが良かったこともあり、顧客の潜在需要にもマッチして爆発的に売れたのだ。 (図3)

実はスタイリッシュエアコンを発売するにあたり、保険として従来サイズの室内ユニットも同時に開発、発売している。しかも当初の生産台数は従来サイズが8割で企画されており、当時新しい筐体のサイズがどれだけ不安だったのかを物語る数値である。結果は前述の通りで、スタイリッシュが生産台数でも逆転してしまったわけだが、スタイリッシュの成功の陰で同年度に従来サイズの製品も開発した事実は意外と知られていない。

4- スタイリッシュエアコンが生み出した 室内機の進化

スタイリッシュエアコンの縦横比とラウンドフォルムには、副次的に厚さ(奥行寸法)方向へ寸法が拡大しても違和感が出ないというメリットがあった。それはその後の室内ユニットの省エネ性能向上には欠かすことのできない天面吸い込みの始まりであり、また、大径ファンと、そのファンを覆うように背面まで伸びる熱交換器搭載への進化に道を開く画期的な形態変化であった。その優位性は絶対的で、それ以降、現在(2020年)に至るまで、世界の家庭用エアコンの縦横比は2.5~3に集約されている。まさにその後の壁掛室内機デザインの潮流を作ったと言える。

スタイリッシュエアコンはさらにもう一つデザインにおける潮



(図3) スタイリッシュエアコン RAS-S281YTR

流を生み出している。それが2001年(平成13年)に発売された、お掃除のしやすさと同時にエアコンをより美しく見せるため業界初となる前面吸い込み部の横格子を完全廃止した、いわゆるフラットパネルエアコンである。前面をフラットパネル化するデザインは、当初運転時は開いて、停止時は締まる可動式だったが、その後、奥行寸法拡大を伴う押し出し感が許容されたことから固定式のフラットパネルに変化していった。

5- その他の異形態へのチャレンジ

家庭用エアコンではスタイリッシュ以外にも各社から全く新しい形態が提案された時期がある。当社でも背低化と極端な奥行寸法を持つ「マイルールエアコンoff」シリーズ(図4)や、壁掛式床拭きの「ゆっかポッカ」シリーズ(図5)や、輻射パネルエアコンといった製品を発売したことがある。それぞれ目的とする意図はあったものの潜在ニーズの掘り起こしにはつながらず、1世代あるいは2世代で消えていった。

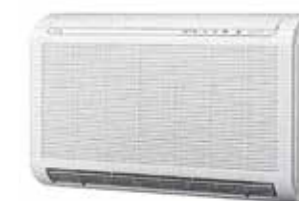
しかしながら、製品は消えてしまったが、それを開発したときに得られた技術は技術者の中に残り、その後の開発に活かされている。

6- さいごに

家庭用エアコンの室内形態において、現代のエアコンに通じる潮流を作ってきた物語を振り返ってみたわけだが、これは家庭用エアコンに限った話ではない。これからも既存を当たり前とせず、世の中の兆しを捕らえ、想像力を働かせてあるべき姿を模索する思考は活かせるものである。ぜひ、アイデアを形にし、実証ラボで検証(見て触れて使ってみる)する事で、その先にある顧客の潜在的なニーズに近づいてほしい。



(図4) マイルームoff



(図5) ゆっかポッカ

初物語

ブレークスルー技術によって新コンセプト商品を開発し 新しい市場を創出した

国内チラー市場での地位を築く基礎となった「モジュールコンセプト」は水冷チラーの更新対応から生まれた。それはやがて空冷モジュールチラー + ポンプ内蔵という新コンセプト商品へと進化をし新市場を創出した。ここでは4世代、約15年にわたる進化の歴史を振り返る。

1- モジュールコンセプトのはじまり

チラー市場において空冷化が進んだ1980年代より、水冷チラーの需要は既存設備の更新がメインとなっていた。一般的に水冷チラーは狭い地下の機械室に設置されることが多いため、機器の搬入や入れ替え作業が困難なことが多い。そこでコンパクトな水冷チラーユニットを複数台設置し、それらを現地で連結することにより、あたかも1ユニットのごとく運転する「モジュールコンセプト」が発案され、1994年(平成6年)に「水冷モジュールチラーシリーズ」として商品化された。これがチラーにおけるモジュールコンセプトのはじまりである。

2- 空冷チラー大容量化のきっかけ

チラー製品は多品種少量生産および商品の高度化に伴う品質コストの増大が大きな経営課題となっていた。

一方、水冷モジュールチラーで実現したモジュールコンセプト(複数台連結、連動運転)は、モジュール単位で言えばまとまった生産規模が期待でき、かつ十分な品質維持を可能とする手法であることがわかってきた。そこで2002年(平成14年)、当時の機械部品(R407C冷媒、一定速レシプロ圧縮機)を収納した空冷モジュールパッケージが、後出の空冷チラーと共用筐体として緊急開発された。

そのさなか、東京電力(株)(現 東京電力ホールディングス株式会社)殿より、吸収式冷温水機の熱源転換用ヒートポンプとして、300冷凍トンクラスのモジュールチラーの共同開発が提案される。

当初企画された空冷モジュールチラーの商品構想は通常条件で最大4台、条件により最大8台連結というものであったが、300冷凍トンクラスともなるとそれ以上の台数の連結や複数系統の連動制御が必要となり、技術的には非常に難易度の高いものであった。

3- 多連結とポンプ内蔵制御という発想

こうした難題に対し開発チームが出した解決策は、冷温水ポンプを内蔵し、それを変流量制御するというまったく新しいアイデアであった。そして2003年(平成15年)に共同研究パートナーとして選出されると、「フレックスモジュールチラー(以下、FMC)」として商品化に成功する。(図1)

FMCは故障した場合でも自動でバックアップ運転に移行することも市場で高く評価された。

この斬新なアイデアはどこから来たのか。従来、モジュールユニットを連結する際に使用する冷温水ポンプは、施工会社が汎用部品を手配・取付けし、試運転においてそれらの流量調整を行うものであった。であれば、もし流量を製品側が自動調整できれば、小容量から大容量多台数連結にも対応



(図1) FMC [写真は8台連結]

| ■仕様 | | |
|-------------------|-----------------|---------|
| 容量 | 最大単体馬力 | 40(馬力) |
| | 最大連結台数 | 12(台) |
| | 最大システム馬力 | 480(馬力) |
| 圧縮機 | レシプロ2アンロード | |
| 冷媒 | R407C | |
| ポンプ | 内蔵 | |
| 連動制御 | モジュールコントローラ(MC) | |
| 筐体 | 箱型 | |
| リスク分散/バックアップ設備コスト | モジュールによる分散 | |

できるのではないかと考えたのである。

これは伝統的に機器の施行や運転チューニング等の現場をよく知る掛川事業所の技術者ならではの発想と言えるだろう。従来製品の枠内にとらわれた改良ではとどりがけなかったことは言うまでもないが、たとえ現場の知見があったとしても、「冷温水ポンプは施工あるいはメンテナンスの領分」という固定観念に凝り固まっていたならば同じく発想しえなかったであろう。

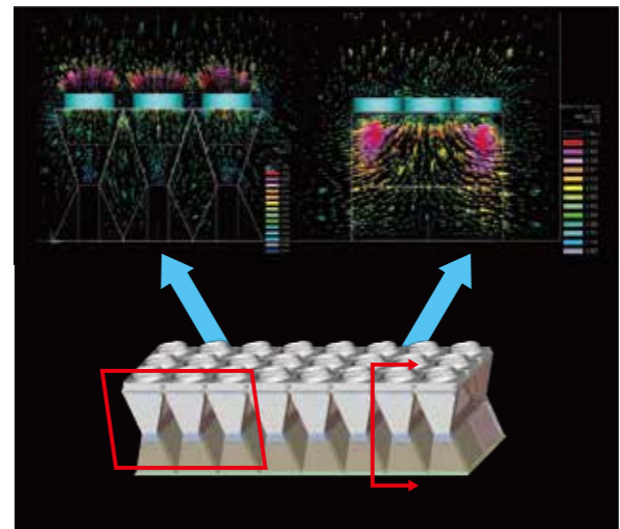
「大容量300冷凍トンクラス」という明確な目標が掲げられ、システム全体を熟知した技術者が「実現のためには何が必要か」を考え続けた結果、従来の枠を越えたとどりがけしたアイデアであった。

なお、商品化された際、東京電力(株)殿の計らいで掛川事業所において新商品説明会が開催され、大手設計事務所、ゼネコン、サブコンのキーマンに事業所を見学いただいた。そうした機会はそれまでにはなく、吸収式冷温水機の熱源転換というわかりやすい販売ターゲットもあり、営業の士気も大いに高まったのである。

4- X(エックス)フレームのはじまり

そしてFMCおよびモジュールパッケージの高性能化とコスト低減を目的として、使用冷媒を従来のR407Cからさらに高効率のR410Aへと変更する開発がスタートする。

開発は先行して上市するモジュールパッケージ屋外機から開始されたが、筐体を共用する次期空冷モジュールチラーの構造設計も考慮する必要もあった。次期空冷モジュールチラーでは、1モジュールあたり3台の圧縮機を並列に設置、運転台数により容量可変する構想であった。3台の圧縮機を並列に接続するスペースを必要とするため、従来の筐体設計のように製品下部からの吸気は難しい。そこで設計担当者を気流解析ソフトの研修



(図2) Xフレームの気流解析

に参加させ、連結設置しても製品の正面及び背面から必要な吸気が可能となるよう検討した結果、特徴的なX-フレーム形状が考案されたのである。(図2)

5- モジュールコンセプトのさらなる進化 ①

その後、モジュールパッケージの製造効率を上げるため、設計段階から主要構成部品を機能ごとにモジュール化することが検討された。具体的には、モジュールごとにサブ組み立てを行うことで製品の組み立てラインを大幅に短縮し、効率的なマーチャリング(部材の配膳)エリアを確保するとともに、所要時間を要する検査ラインを2ライン化して全数通水試験時間の短縮を可能としたのである。

一方、Xフレーム筐体を共有する次期空冷モジュールチラーの開発は、再度東京電力(株)殿との共同研究として推進され、2006年(平成18年)に「スーパーフレックスモジュールチラー(以下、SFMC)」として商品化された。そしてSFMCは省エネ大賞の経済産業大臣賞、設備デザイン賞優秀賞の金賞、東芝環境賞の優秀賞を次々に受賞し、環境調和型商品として内外から高い評価を得ることとなった。(図3)

水冷チラーで生まれたモジュールコンセプトが空冷モジュールチラーに展開されると、その副次効果として初期費用の軽減という顧客メリットが目された。従来、産業用途の熱源機は万が一の故障時でも事業を継続する必要がある場合は、バックアップ運転用として同能力相当のシステムを用意しなければならなかった。対してモジュールコンセプトによる多連結大容量方式では、想定する故障の規模にもよるものの、最小でモジュールユニット1台分を用意するのみでバックアップ運転に対応できるため、初期投資を大幅に抑えることが可能となったのである。



(図3) SFMC [写真は8台連結]

| ■仕様 | | |
|-------------------|-----------------|---------|
| 容量 | 最大単体馬力 | 30(馬力) |
| | 最大連結台数 | 12(台) |
| | 最大システム馬力 | 360(馬力) |
| 圧縮機 | 定速スクロール × 3台 | |
| 冷媒 | R410A | |
| ポンプ | 内蔵 | |
| 連動制御 | モジュールコントローラ(MC) | |
| 筐体 | Xフレーム | |
| リスク分散/バックアップ設備コスト | モジュールによる分散 | |

6- 東洋キャリア工業と東芝キャリアとのシナジー効果

米国キャリア社と東芝の事業提携に前後して、東洋キャリア工業と東芝キャリアとの間では積極的な技術交流が始まっていた。2006年(平成18年)、SFMCのR410A化で性能向上を果たすと、チラーには遠心式(ターボ)冷凍機市場への進出の可能性が生まれ、さらなる大容量化や省エネ化(部分負荷特性の向上)が求められた。そこで、圧縮機運転台数コントロールによる段階的な能力可変からインバータによる精緻な能力可変方式が検討されることとなった。

また、2008年(平成20年)に東芝キャリア空調システムズ、東芝キャリア、東洋キャリア工業の3社が統合されると、当時東芝キャリアで進めていた「インバータ&グリーンコンセプト」の横展開として、チラー専用の大容量インバータ駆動回路および大容量DCツイントローター圧縮機の開発が決まる。そして製品と圧縮機とを同期させながら開発を進め、2010年(平成22年)、「ユニバーサルスマートX(以下USX)」として商品化したのである。(図4)

これは新生東芝キャリア株式会社の製品であると同時に、1998年(平成10年)のキャリア社と東芝の業務提携後最大のシナジー効果のひとつとなった。そして2012年(平成24年)の省エネ大賞(経済産業大臣賞)、日本冷凍空調学会技術賞、環境省「地球温暖化防止活動」のトリプル受賞を果たすこととなった。



(図4) USX [写真は12台連結]

■仕様

| | | |
|-------------------|-------------------|-----------|
| 容量 | 最大単体馬力 | 50(馬力) |
| | 最大連結台数 | 12×8系統(台) |
| | 最大システム馬力 | 4,800(馬力) |
| 圧縮機 | インバータツイントローター×4台 | |
| 冷媒 | R410A | |
| ポンプ | 内蔵 | |
| 連動制御 | MC+グループコントローラ(GC) | |
| 筐体 | 新Xフレーム | |
| リスク分散/バックアップ設備コスト | モジュールinモジュール | |

7- モジュールコンセプトのさらなる進化② ~モジュールinモジュール

USXの開発の中で、モジュールコンセプトはさらなる進化を遂げていた。ベースモデルのSFMC開発時に主要構成部品を機能毎にモジュール化したことは前述のとおりであるが、USXではそれをさらに進め、冷凍サイクル(熱交換器、送風機、圧縮機)毎にモジュール化していった。すなわち、製品内部に疑似的に独立した4つの冷凍サイクルユニット(モジュール)を持つに至ったのである。これにより、製品一台の中で圧縮機が故障した際にもインバータにより残りの三つのサイクルの能力調整で必要な能力を確保する事ができた。さらに製品一台全体が故障した際にも、連結されたそれ以外の製品がインバータにより能力調整することで必要な能力を確保するのである。

この言わば「モジュールinモジュール」と「オールインバータ」との組み合わせにより、機器設置の際に故障時を想定したバックアップ用のユニットを設置する必要がなくなり、「故障しても止まらないチラー」として強い訴求力を誇った。なお、USXシリーズはその後USX2シリーズ、3シリーズ、USX EDGEシリーズへと進化するが、2015年(平成27年)発売のUSX3シリーズは省エネ大賞(省エネルギーセンター会長賞)、日本冷凍空調学会技術賞を受賞。また、2017年(平成29年)に発売のUSX EDGEシリーズは省エネ大賞(資源エネルギー庁長官賞)、日本冷凍学会技術賞、環境省「地球温暖化防止活動」を受賞していった。(図5)



(図5) USX EDGE [写真は4台連結]

■仕様

| | | |
|-------------------|-------------------|-----------|
| 容量 | 最大単体馬力 | 70(馬力) |
| | 最大連結台数 | 16×8系統(台) |
| | 最大システム馬力 | 8,960(馬力) |
| 圧縮機 | インバータツイントローター×4台 | |
| 冷媒 | R410A | |
| ポンプ | 内蔵 | |
| 連動制御 | MC+グループコントローラ(GC) | |
| 筐体 | 新Xフレーム+エッジフォルム | |
| リスク分散/バックアップ設備コスト | モジュールinモジュール | |

8- さいごに

水冷チラーで生まれたモジュールコンセプトを空冷モジュールチラーの大容量化に展開することで、目的とした吸収式冷温水機の熱源転換を達成したばかりではなく、空調用途から産業用途で広く使われてきた。さらに、インバータ化による部分負荷特性が向上し、散水仕様においてCOP、期間成績係数が高効率ターボ冷凍機並みとなった。それは、まさに空冷ヒートポンプチラーの新たな市場を創造したと言っても過言ではない。また、故障時やメンテナンス時におけるリスク分散性のメリットもあり、市場での高いシェアは、それらに対する評価の証と受け止めたい。

チラーはエアサイド機器や冷温水配管システムと組み合わせで機能するものであるから、実際の使用勝手やユーザーの要望を取り込んだ開発が重要である。大形空調にお

いては、設計技術者が自ら現場に赴いて技術打ち合わせやクレーム時の現場調査を行う文化があり、これがユーザー、サブユーザーの信頼を得るとともに商品にも活かされてきた点は見逃さない。

今後は海外市場での普及展開並びに、顧客への更なるソリューション提供を期待している。

| | | ▶1994年 | ▶2003年 | ▶2006年 | ▶2010年 |
|-------------------|---|-----------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | 水冷モジュールチラー | 空冷モジュールチラー | | |
| | | | FMC | SFMC | USX |
| 生産性 | | ユニットのモジュール化 | ← | 機能毎にモジュール化 | サーキット毎にモジュール化 |
| 据付性 | | モジュールユニット連結 | モジュールユニット連結 | モジュールユニット連結 | モジュールユニット連結 |
| リスク分散性(故障時の運転継続性) | | 自動運転継続 | 自動運転継続 | 自動運転継続 | 自動運転継続/サーキット毎 |
| 経済性 | バックアップ設備コスト(初期) | 1モジュール追加 モジュール群連携制御 | 1モジュール追加 モジュール群連携制御 | 1モジュール追加 モジュール群連携制御 | 不要 モジュールinモジュール |
| | 省エネ(ランニングコスト) | | | R410A冷媒 Xフレーム | インバータツイントローター圧縮機 コの字熱交換器 |
| 市場拡大 | 大容量化(システム馬力) (吸収式:~1200馬力) (ターボ冷凍機:~2300馬力) | 160馬力 | 480馬力 ポンプ内蔵変流量制御 | 360馬力 ポンプ内蔵変流量制御 | 4,800馬力 ポンプ内蔵変流量制御 GC(グループコントローラ)採用 |
| | 高効率化 | | | | (ターボ冷凍機並;散水装置仕様) |
| コンセプト進化 | | モジュール連結 据付性/ リスク分散性向上 | ポンプ内蔵変流量制御 大容量化 | R410A/Xフレーム 省エネ性向上 | オールインバータ化 & モジュールinモジュール 大容量化/省エネ性の バックアップコストゼロ進化 |

初物語

インバータエアコンの省エネ指標である 通年エネルギー消費効率算定基準のはじまり

2005年にJIS（日本工業規格）に採用されたルームエアコンの通年エネルギー消費効率算定基準（通称APF：Annual Performance Factor）はインバータエアコンの効率を評価する指標として定着しているが、それ以前にはそれを評価する指標はなかった。

1- ツインDDシリーズ発売とその衝撃

1993年（平成5年）にルームエアコン通称「ツインDD」シリーズを発売すると、その年度の省エネバングード21（現「省エネ大賞」）において最高賞となる「通商産業大臣賞」を受賞した。これはブラシレス直流モータを組み込んだ高効率コンプレッサをデジタルインバータで精緻に駆動する他、快適性指標のPMVが一定になるように設定温度を自動調整する等して、過年度製品に対して約30%の省エネと快適性を兼ね備えた画期的な製品であった。だが、そうした革新技術以上に業界が驚いたのは「年間電気代を従来の約半分（省エネ50%）」とする訴求に対してだった。なぜならば、年間電気代約半分为算出する方法が、当社独自の方法だったからである。

2- 実運転時の省エネ性評価の考え方

コンセプトはこうだ。インバータエアコンは一定速エアコンと違い、室温が設定温度に近づくと高効率な中～低速運転に移行するため、それを評価指標に加味すれば実使用時の省エネ性をより正しく評価できるという実に単純明快なものである。

具体的には、当時導入していた最新の環境試験室（温調された大空間の中に疑似家屋を建て、室内快適性を評価する設備）で、室温が設定温度に達した後（高効率な中～低速運転に移行した後）の消費電力量を室外温度毎に実測し、消費電力量と室外温度特性カーブを作成する。一方、気象データから相当する室外温度の出現時間を抽出し、先の消費電力量に乗じて算出した電力量に、期間別の電気料金を掛けると年間電気代が算出できるというものである。この期間消費電力量の算出方法自体はJISの附属書に記載されていたのだが、それを年間電気代の算出に使い、訴求に使うなどは誰も考えていなかった。

3- 省エネ大賞受賞後の反応

今では当たり前の省エネ大賞であるが当時は認知度も低かったこともあり、ルームエアコンでは初の受賞、しかも最高賞を取れたことをカタログやテレビコマーシャルで宣伝した。「省エネ」と「通商産業大臣賞」という語句のインパクトもあり、あたかも「省エネ性で国からお墨付きをもらった唯一のエアコン」という（まちがってはいるが）評判が立つと、他社にとっては「寝耳に水」「何なんだ、それは」の話であり、ある意味抜け駆けという印象を持たれた。日本冷凍空調工業会（日冷工）に所属する競合他社からは、まず、「東芝独自の評価指標というのがとんでもない」と、「それを省エネ半分の根拠として省エネバングードの最高賞を取るのはいかがなものか」、「年間電気代というお客様にとってセンシティブな訴求もいかがなものか」、「量販店から”お宅の製品の電気代はどのなの？”と聞かれても答えようがない！」、「日冷工に環境試験室がないのにどうやって較正を取るのか」、「そもそも指標として正しいのか」等の反応がきた。端的に言えば「勝手すぎるだろ」というわけである。

4- 実運転時の省エネ指標は正義

それでも、実運転時の省エネ指標が正義という考えは揺るがない。インバータエアコンの長所を正しく評価する事が、ユーザーに正しく情報を伝え、省エネ機器を普及させることに繋がり社会的な意義もあるのだ。

それからは、他社からの疑義に対して丁寧に回答し、関係省庁に対しては日冷工を通して実運転時の省エネ指標の意義を説明していった。そのうち、同じツインロータリーコンプレッサを採用しているメーカーから賛同者が出ると、徐々にではあるが省エネ推進のためにもその指標を作る意義が理解され始め、工業会としても規格化へのコンセンサスが形作られていくのである。

5- インバータエアコン先駆者の葛藤

さて、その後の話は後で語るとして、その前に当社が実使用運転時の省エネ指標を提案するに至る話をするために時間を遡ってみよう。

当社では、1980年（昭和55年）に業務用、1981年（昭和56年）に家庭用のインバータエアコンを世界で初めて開発した後も、次々と先端技術を投入して性能を向上させていた。特に1988年（昭和63年）のツインロータリーコンプレッサを搭載するようになるインバータエアコンの実運転時の省エネは一気に進んだ。

一方、インバータエアコンを拡販したい営業部門と技術部門にはある葛藤があった。それは、当時の性能指標である定格COPでは、インバータエアコンの省エネ性を伝えきれない事であった。

当時の評価指標は運転回転数が固定の一定速エアコンの時代に作られたもので、定格運転時の効率で評価されている。ところが、インバータエアコンを実際に使用すると、日中、夜間、あるいは中間期等の空調負荷の変化に応じて、ほとんどが定格よりも低い回転数で運転（部分負荷運転と言う）しているのだ。インバータエアコンの省エネ性はまさにこの部分負荷運転時の効率の高さにあった。つまり、低能力時は定格時よりも熱交換器の利用効率が向上しており運転時の効率が大幅に向上している。さらに、圧縮機のオン・オフが減るので起動してから冷凍サイクルが安定するまでの電力ロスを大幅に低減することができるのである。このことは、技術開発により最小能力を絞る事ができればその差は更に広がる事も示唆する。

そして、冒頭に登場するツインDDエアコンは省エネエアコンとして開発され、定格だけではなく部分負荷においても性能を向上させており、開発段階で行われる実用テストでも圧倒的な電気代低減効果を発揮していた。これを伝えるためにも新しい評価指標が必要だったわけだが、ただ純粋に実用テストで得た省エネ性を広く世の中に知ってもらいたいという想いからだったかもしれない。兎にも角にも「評価指標が無ければ、作るしかない」のである。

6- 規格化に向けて

話を戻そう。工業会での省エネ指標の規格化の過程で当社案からいくつか変更したところがある。

一つ目は、「電気代」を指標にするのを止め、電力量とした事である。これは、表示した電気代と、地域や機器の使われ方で大きく異なる実際の電気代との乖離から生じる誤解を生まないための配慮である。これは当社としても異存はなかった。

二つ目は、設定温度微調などの制御による効果を排除した事である。これもインバータエアコンの実使用時の省エネ指標を作るという目的に影響はなく、逆にあいまいな部分を除けば基準としての正当性が増すため、むしろ支持した。

三つ目は、測定は環境試験室ではなく、準原機（日冷工原機と較正のとれた試験室）を使うという事である。これについて当社

としては、実使用での冷凍サイクルを再現したいというこだわりがあったものの、日冷工に環境試験室がない以上、同意するはかなかった。

と、ここまででは比較的順調に意見集約ができていた。しかしながら、測定点を定める段になると各社で意見が割れはじめた。

7- 当社のジレンマ

各社の検証が始まると、まず、中間性能の試験条件で意見が割れる。当社のオリジナルの考え方は実運転に近い冷凍サイクル状態で消費電力を測定するという考え方があり、当然中間性能、低速性能測定には定格とは違うそれぞれのシーンに見合う温度条件で測定すべきという立場（環境試験室方式の代替案として提案）であった。

一方、測定点についても、定格性能、中間性能、低温最大性能（暖房）の測定には各社異論は無かったが、最小性能となると、各社の思惑がぶつかった。

当社を含むツインロータリーコンプレッサを採用するメーカーは中速性能の良さもさることながら、低速運転時の効率も高いのに対し、それ以外のメーカーでは低速運転時の効率が悪化するのだ。これは、最小性能試験を加えれば、同じインバータエアコンでも消費電力量の算出結果に格差が生まれるという事を意味する。

やがて、試験条件はさておき、測定点に最小性能を組み込むかどうか最大の争点となっていく。そんな中、各社で準原機データを比較した時に一社だけ大きく測定結果が外れるところがあり、それを根拠に最小能力は湿度条件のコントロールが難しく再現性に欠けるという主張が始まった。

また、日冷工では市場での製品品質確保を目的に買い上げ試験を実施しているが、各社毎年の新製品発売に確認が追い付かない現実もあり、測定点や試験条件の増加は避けたいという事情もあった。

そうなるも、当時規格とりまとめの主査を務めていた当社としては、省エネ指標をまとめたい一方で、最小能力測定や試験条件の変更を主張し続ける限りまとめられないというジレンマを抱えるところとなってしまった。工業会規格にするには全社一致がルールのため、議論が膠着する中、主査である当社の決断が迫られた。

8- 決断とその後

そして苦渋の末、最小能力は含まない事で決着を図った。今回の目的は省エネ性の高いインバータエアコンの省エネ指標の工業規格化が最優先であった。

そのようにしてまとまった期間消費電力量算出基準が日本冷凍空調工業会規格として登録されると、JEMA（日本電機工業会）への登録を経て2005年（平成17年）JIS改正時に「ルームエアコンの通年エネルギー消費効率算定基準」として取り入れら

れた。

その後、2006年には国の省エネトップランナーの算定方式に採用されるのだが、それに伴い、日本では業務用エアコン、ビル用マルチエアコンについてもAPFが省エネ指標として採用されていった。

APFの策定は、特に2000年代に入ってから一定速機が主流だった業務用空調業界においてインバータ機に切り替える原動力となった。そのきっかけも当社なのだが、それはまた別の物語で語る。いずれにせよ、それはエアコンの省エネ性の底上げにつながり、現在の日本のエアコンのインバータ化率を世界でも類を見ない100%に至らしめる道筋は、この時の苦渋の決断で決まったとも言えよう。それは、インバータエアコンを初めて世に送り出したメーカーの運命だったのかもしれない。

9- 世界の部分負荷効率評価指標

一方、世界でも部分負荷を考慮した省エネ評価指標の導入が先進国を中心に進んでいる。APFもあるが、IPLV (Integrated Part Load Value) やSEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)、HSPF (Heating Seasonal Performance Factor) と呼ばれる指標の方が一般的である。それらは部分負荷の重みづけは部分負荷係数と呼ばれる数値を基に算出される。(APFは日本の気象データがベース) また、部分負荷は定格の100%、75%、50%、25%としており、負荷率毎に室外温度条件が異なる。さらにSEERでは0%いわゆる停止時の待機電力も算出データに加えるのが特徴である。いずれも25%の性能が使われるので、当社には相性が良い。ただし、75%の重みづけが50%、25%よりも極端に大きいため、個別分散空調するインバータ機器の良さが反映しきれない部分もあり、痛しかゆしといったところである。

(表1) 部分負荷を加味した省エネ評価指標の違い

| 指標 | 負荷 | 室外温度条件 | 重みづけ |
|--------------|---------|------------|------------------------------|
| APF 2006年 | 定格性能 | 定格 | 外気温出現時間 (日本の気象 データベース) |
| | 中間性能 | 定格 | |
| | 暖房低温 | 2°C定格 | |
| IPLV | 定格の100% | 定格 | 部分負荷係数 (米国AHR I ベース) |
| | 定格の75% | 負荷毎に 設定 | |
| | 定格の50% | | |
| | 定格の25% | | |

10- さいごに

基準は時代とともに精練される。APFも2013年の改正で、中間冷房中温条件、最小冷房中温条件、最小暖房標準(最小は任意)が加えられた。ただし、最小能力を絞れる製品とそうでない製品とで、断続運転時の冷凍サイクル立ち上がりの電力ロスの違いを考慮しないため最小能力を絞れるメーカーの方が不利な算出結果になるのは残念なところである。また、SEERのように、待機電力の織り込みも今後検討されることだろう。一方、IPLV、SEER、HSPFでは部分負荷係数を空調方式により細分化したいところもある。これらについては今後検討される事を期待したい。

今回、振り返って思うのは、良い製品を開発するのは技術者の最大の役割である一方、開発した良い製品を正当に評価される仕掛けを作る事も技術者の重要な役割であろうという事である。それは当社が目指す、「環境創造企業として社会に貢献する」という理念にもつながると思うのだ。

良い評価指標とは、社会にとって本当に良い製品に対して公平で公正な評価を与える事ができるものであり、それを提案・改訂してゆく事は、正しい技術開発の方向性を照らす事に他ならない。我々が今後も技術力を成長エンジンにしてゆく限り、その重要性は揺るがないのである。

エピソード

カスタムエアコン物語

店舗・オフィス用エアコンというジャンルがあるが、当社ではその同義として「カスタムエアコン」と呼ぶことも多い。その呼び名が何処から来たのか紹介したい。

1- 当社における 業務用エアコン黎明期

1955年(昭和30年)、柳町工場で床置形3HPパッケージエアコンRAC-301を開発・販売したのが、東芝における業務用エアコン事業開始の第一歩であった。

業務用空調機は3馬力クラスと言えども筐体サイズが大きく重量もあったことから、本体をプレナム室、送風機室、機械室の3パートに分けて梱包出荷され現地で組み立てを行うのが一般的で、据付については設備機器として高度な空調知識と据付技術を有する専門の空調設備業者が扱う高度な製品というのが常識だった。

ところが、昭和40年代になると、業務用空調機の中でも商店、飲食店、小規模事務所などの市場に向けた需要が急速に高まってきたため、工事が簡単で定価販売できる空冷式の小型機種への要求が強まっていた。

2- カスタムエアコン誕生

「業務用エアコンは専門の設備業者が据え付けるのが当たり前」だった時代の1977年(昭和52年)、東芝からその常識を覆す画期的な空調機が発売された。そのコンセプトは「大きな木かけ(注1)」つまり、家庭用エアコン並みに簡単工事で据え付けられる業務用エアコンである。

能力ラインナップは業務用の最小クラスである3HPと5HPに加え、従来は無かった4HPを加え市場の多様性に応えることにした。そして、問題の据付性については、コンセプトを基に室内機は現地でのダクト工事を伴わない直膨タイプの床置形室内機6機種と天吊形1機種を用意、そして、室内ユニットの一体構造化と、据付場所に多様性のあるL形室外ユニットの採用などにより、重量軽減、据付床面積の低減を実現した。簡単に言うと家庭用と同じく室内機と室外機を設置して配管と配線を接続すれば運転できた。

こうして誕生した業務用エアコンは、従来とは区別するため新しく「カスタムエアコン」と呼称することにし

た。据付が簡単で納期も早いカスタムエアコンは分かりやすく、また他社の追従もあり、業務用空調市場に「店舗・オフィス用エアコン」という新ジャンルを創出し、日本の業務用空調市場成長を助けることになるのである。

3- “カスタム”に込められた思い

「カスタムエアコン」という呼び名は東芝の造語である。社内用語であるから、当然、社外では通じない。英語の“custom”は、名詞として「慣習」「愛顧」、”customer”となると「顧客」という意味になる。また、形容詞としては「オーダーメイドの」、「あつらえの」という意味を持つ。つまり、東芝カスタムエアコンという呼び名には「お客様のための」「お客様に愛される」「お店やオフィスの様々な空調ニーズに合わせてカスタマイズできる」エアコンという意味が込められている。

また、カスタムエアコンは今までの設備機器の概念から脱却すべく、業務用エアコンとしては異例のコンシューマー向けであるテレビCFも製作・放映された。当時カスタムエアコン立ち上げに関わった人たちの意気込みが伝わってくる逸話である。

注1: 当時、東芝の家庭用ロータリーエアコンのペットネームは「木かけ」を使用していた。



初物語

インバータ&グリーン戦略が業務用エアコンの世界を変えた

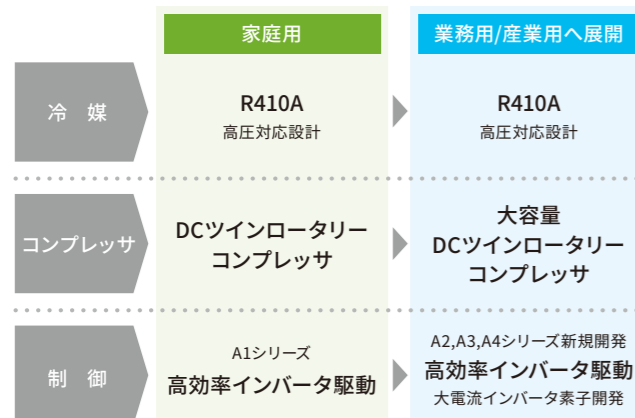
1998年(平成10年)に家庭用エアコンにオゾン層破壊係数ゼロの高効率冷媒R410Aを投入し、省エネNo.1を達成して以降、その技術を他事業製品へ拡大したのが「インバータ&グリーン戦略」である。ここでは、同戦略の先陣となった店舗オフィス用エアコンをふりかえる。

1- エピソード0

オゾン層保護のため、それまで空調用冷媒として使われていたR-22の段階的廃止を受け、代替候補として、R407CやR410Aが挙げられた。当社ではR410AがR407Cに比べて約1.6倍の高圧になるものの、冷凍能力が高く圧力損失も小さいという冷媒としてのポテンシャルが高いことや、沸点が極めて近い疑似共沸混合冷媒の扱いやすさ等から、まず家庭用で採用する事を決め、新冷媒対応コンプレッサや熱交換器の開発を進めていった。その中で、高圧冷媒とツインロータリーコンプレッサとの相性の良さもわかってきた。そして、その特長を活かした高性能化技術の開発を行い、いち早くR410A採用の家庭用エアコンRAS-285LDRシリーズを発売した。同シリーズは、全機種業界トップの省エネを達成し、全クラスのトップランナー基準機種に選定されるとともに、その年の省エネ大賞(経済産業大臣賞)を受賞したのである。

一方、業務用空調製品では高耐圧設計がネックとなりR-22と圧力が同等なR407Cを採用するというのが主流の考えになっていたが、当社では、家庭用エアコンの開発実績から業務用空調製品に対してもR410A化に舵を切る事にした。ここに、「R410A冷媒」×「ツインロータリーコンプレッサ」×「インバータ」を軸とするインバータ&グリーン戦略が誕生、R410A用の直流ツインロータリーコンプレッサの大容量化と、それを駆動する大容量インバータの開発という一大プロジェクトがスタートしたのである。

当時、業務用空調市場のインバータ化率は全社平均で約1



割(当社は約2~3割)しかなく、一定速機が主流であった。つまりインバータ&グリーン戦略は業務用空調機市場を激変させる途方もない戦略だった事がわかっていただけだろうか。

2- パワーエコ

インバータ&グリーン戦略を実現させるためにはコンプレッサの大容量化をはじめ、現実の開発があり時間を要した。そこでその展開にはいくつのステップを伴った。その最初のステップがパワーエコである。

まず、市場が完全にR407Cで固まる前に、R410A製品で一石を投じる必要から、家庭用室外機をベースに短期開発を行ない、ラインアップは3馬力以下のみとし、組み合わせる室内ユニットも需要が多い4方向天井カセ、天吊、壁掛の3形態のみとして、通常のラインアップとは別枠で発売する事にした。これは業務用市場でR410Aが受け入れられるのかどうかのリサーチも兼ねており、従来の3馬力より性能は高く、圧倒的にコンパクトな筐体というのが特徴であった。つまりパワーエコとは「R410Aを採用すると、高性能で且つ、こんなにコンパクトになるのだ」という業務用空調の未来を分かりやすく提示した、インバータ&グリーン戦略の名刺代わりの一台であったわけである。

3- スーパーパワーエコ

パワーエコの市場での評価は上々で、懸念されたR410Aの高圧冷媒取扱いについても特に大きな反発はなかった。

そして、大容量DCツインロータリーコンプレッサ、大容量ベクトルインバータの開発とともに2.3馬力から6馬力までの業務用専用筐体を新開発し省エネ性(当時の省エネ指標はまだ定格COP)で他社を圧倒するスーパーパワーエコシリーズフルラインアップを完成させ2000年度末に発売するとその年度の省エネ大賞を受賞した。そして搭載されたコンプレッサも省エネ大賞を受賞するというダブル受賞になった。また、同2001年にはマルチ筐体に2基のDCツインロータリーコンプレッサを搭載し、それぞれをベクトルインバー

タで駆動する世界初のデュアルインバータシステムを擁するスーパーパワーエコBIG 8,10馬力を発売した。(2基のコンプレッサを搭載したと聞くと、初物語「室内形態の変遷」の中で国産1馬力ウインド型開発のために2基のコンプレッサを搭載したことを思い起こさせる。)そうして発売したスーパーパワーエコBIGは、2001年度の省エネ大賞を受賞し、二年連続の受賞となったのである。

そして、翌2002年には室内機、室外機の送風機性能の大幅改善をはじめ、新熱交換器の開発等、全ての機能部品を改善する技術を投入したNewスーパーパワーエコが、当時日本冷凍空調工業規格に登録されたばかりの「部分負荷を考慮した期間消費電力量算出基準を適用した結果、従来一定速機に対して60%も消費電力を低減できる事となり、2002年度も省エネ大賞を受賞することになった。実に3年連続でスーパーパワーエコシリーズが省エネ大賞を受賞するとともに、他社R407C機種との省エネ差は圧倒的だった。

2000年~2003年にインバータ&グリーン戦略商品の省エネ大賞受賞ラッシュの裏で営業部門の苦悩があった事にも触れておきたい。技術部門にとってインバータ&グリーン戦略は、いざ開発目標に落とし込まれてしまえば、言ってみれば一つの開発に過ぎない。それに対して、営業部門にとってはそうではない。当初、R410A陣営は当社と三洋電機の2社のみの少数派で、いつ「〇〇社さんと違うのはやりにくい」と顧客から相手にされなくなるのか、その懸念が常につきまとっていたのである。

当時の社内会議資料の節々で「R410Aが必ず主流になる」と鼓舞する言葉が頻繁に出てくることから、その時の不安がいかに多かったのか、わかってしまうものだ。その状態は当社が3年連続で省エネ大賞を受賞した2002年の翌年2003年に入りようやく業界がR410Aに流れ出すまで続いたのだ。

なお、スーパーパワーエコは2003年からSDI(スーパーデジタルインバータ)シリーズとして海外展開されている。

4- スマートエコ

パワーエコで見た未来のうち、超省エネの世界はスーパーパワーエコで商品化した。もう一方の未来である省エネ・軽量・コンパクトを具現化したのが、2001年に発売したスマートエコシリーズである。業務用空調機は80年代中盤からバブル崩壊による平成不況まで台数ベースで年15.6%(1985-1991)伸長していた。2000年代はその入れ替え時期にあっており、年間出荷台数約70万台の約6割から7割が一定速機からの更新が予想されていた。

- 機器更新時のお客様の要望としては
- (1) 省設置スペース(熱負荷は増加傾向)
 - (2) 既設配管・配線利用
 - (3) コスト改善
- 等が挙げられた。

また、この頃に、家庭用の「期間消費電力量算出基準」が業務用空調機にも波及し、工業会の規格になった事も追い風となっている。

そういった時代背景もあり、スマートエコは省エネ(注1)と業界一軽量、コンパクトで既設配管利用可能(注2)な標準インバータ機という新ジャンル商品となり、市場に浸透していった。そしてモデルチェンジ毎に新技術を投入しコンパクト化を進めていく(表1)。そして、それは日本の業務用空調機のインバータ化率が100%に移行する扉を開きかけたことなのである。

空調機器寿命よりも建物寿命の方が長く、更新需要では省エネのためとは言え、筐体のサイズが大きくなるのは避けたいところがある。スマートエコは今でも高い需要はあるが、インバータ化率100%を達成し、省エネトップランナー制度を掲げる日本では存在が難しい局面になっている。他方、世界に目を向ければ、一定速機が未だ主流の市場があり、且つ機器の効率向上の政策もエナジーラベル方式を採用するため、スマートエコも軽量、コンパクト、低コストに全振りする事でそれらの置き換え需

(表1) スマートエコ小形化

サイズ:mm(高さ×幅×奥行き)

| クラス | 馬力 | スマートエコ | | | | |
|------|-----|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | | 2002年 | 2001年 | 2003年 | 2005年 | 2006年 |
| P45 | 1.3 | 640×840×310 | 595×780×270 | 595×780×270 | 550×780×290 | 550×780×290 |
| P50 | 1.5 | | 【25%減】 | | 【1%減】 | |
| P56 | 2 | 800×920×340 | 【50%減】 | 795×900×320 | 795×900×320 | 795×900×320 |
| P63 | 2.5 | | 【46%減】 | | | |
| P80 | 3 | | 【41%減】 | | | |
| P112 | 4 | 1340×900×320 | 1340×900×320 | 1340×900×320 | 795×900×320 | 795×900×320 |
| P140 | 5 | | 【41%減】 | | | |
| P160 | 6 | | 【67%減】 | | | |
| P228 | 8 | 1700×980×750 | 1700×980×750 | 1800×980×750 ※ベース機筐体更新 | 1800×980×751 | 1540×900×320 |
| P280 | 10 | | 【67%減】 | | | |

要に対応し、結果的にグローバルでの省エネ機器の普及を支えてゆく事ができるだろう。

なお、スマートエコは2003年からDI(デジタルインバータ)シリーズとして海外展開している。

注1: スマートエコの省エネ性は期間消費電力量(日本冷凍空調工業規格 JRA4055で算出)で10年前の当社一定速機に対して約30%低減。コンパクト性は、前年度モデルに対して容積比で41%~46%低減
注2: 4, 5, 6馬力のスーパーパワーエコ、スマートエコで既設配管を利用する場合は、既設配管対応設定SWで切替

5- インバータ&グリーン戦略の今後

業務用展開以降、インバータ&グリーン戦略はビル用マルチ空調システム、パッケージ、給湯・温水機、ショーケース、冷凍機、空冷チラー等ヒートポンプサイクルを搭載する機器に次々と展開されていった。

なお、インバータ&グリーン戦略が立案された1990年代の地球温暖化対策は省エネ対策が主体で、環境負荷においてライフサイクル全体の95%以上を占める使用時の電力消費量を抑制することが最重要課題であった。よって、R410Aの

■インバータ&グリーン戦略の展開 ※R410A冷媒化

| 年 | 事業 | 製品 |
|-------|--------|--------------------|
| 1999年 | カスタム | パワーエコ |
| 2001年 | コンプレッサ | A2DCツインロータリーコンプレッサ |
| 2001年 | コンプレッサ | A3DCツインロータリーコンプレッサ |
| 2001年 | インバータ | ベクトル制御インバータ(正弦波) |
| 2001年 | カスタム | スーパーパワーエコ(海外SDI) |
| 2001年 | カスタム | スマートエコ(海外DI) |
| 2003年 | マルチ | スーパーモジュールマルチ |
| 2003年 | パッケージ | シングルエース |
| 2004年 | 業務用給湯 | ほっとパワーエコBIG |
| 2005年 | 冷凍機器 | インバータ搭載オープンショーケース |
| 2006年 | 冷凍機器 | インバータ搭載冷凍機 |
| 2009年 | 欧州 | 家庭用ヒートポンプ温水システム |
| 2010年 | コンプレッサ | A4DCツインロータリーコンプレッサ |
| | チラー | ユニバーサルスマートX |
| 2012年 | インド | ステイブルパワーインバータ |
| 2019年 | 冷凍機器 | 大形冷凍機 PROCOOL |

■インバータ&グリーン戦略の拡大

| 年 | 冷媒 | 事業 |
|-------|-------|---------------|
| 2009年 | R744 | エコキュート |
| 2009年 | R404A | 屋外設置型インバータ冷凍機 |
| 2011年 | R404A | オープンショーケース |
| 2014年 | R744 | 3方向オープンショーケース |
| 2015年 | R32 | ウルトラパワーエコ |
| 2020年 | R32 | 空冷ヒートポンプチラー |

選択はオゾン層破壊防止とともに省エネによる地球温暖化抑制に貢献するものであった。

その後、2016年のモントリオール議定書により、地球温暖化係数(GWP)総量の段階的削減(「キガリ改正」)が決まり、低GWP冷媒への切り替え対応を進めている。もちろん、それが機器の効率化を是とするインバータ&グリーン戦略の本質を左右することはなく、冷媒軸は時代の要求とともに応変させつつ、基本となる「冷媒(ヒートポンプ)×「インバータ」×「ロータリーコンプレッサ」の枠組みはそのままに今後もグローバルに推進してゆくのみである。

6- さいごに

インバータ&グリーン戦略が結果的に業務用エアコン市場の主流になり得たのは、単に技術的に優れていたからというだけではない。その戦略が、省エネ且つ軽量コンパクト化を可能にする技術で、顧客の利便性、経済性に応え、時代のニーズに合わせていこうとしていたからと捉えるのが本質であろう。我々の目指す技術開発は、まず初めに顧客の価値に繋がり、その先に社会課題の解決に貢献するというステップを踏むべきことを忘れてはいけない。

初物語

プラットフォームを刷新する度に、新しい技術でビル用マルチ空調システムの未来を拓けてきた

当社には1985年(昭和60年)の初代から現在に至るまで、プラットフォームを刷新する度に常に新たな技術で、他社に先行してビル用マルチ空調システムの未来を拓けてきた歴史がある。

1- エピソード0

業務用マルチエアコンは1982年(昭和57年)にダイキン工業株式会社から発売された。当社のマルチシステムの始まりは1971年(昭和46年)の2室マルチにある。その後他社に先駆けて内外高落差50mに対応したビル用マルチ空調システムを1985年(昭和60年)に発売しており、それを初代ビル用マルチ空調システムと呼ぶ。当時のシステムは室外機の屋上集中設置を可能とし、また室内機2台を直列で接続する同時発停方式であった。

2- 第一世代: スーパーマルチ

1987年(昭和62年)に発売されたスーパーマルチは、インバータを搭載した世界初の本格的なビル用マルチ空調システムである。容量は初年度3,5HPで、翌年には8,10HPが追加された。(図1、図2)

室内ユニットは1~5HP、接続台数は最大3~6台で、室外機と室内機の間設置されたマルチコントローラにより最適冷媒分流制御を行う集中分岐方式を採用した。特長的なのは日本初となる「セレクトフリー個別運転」といって、室内形態の自由選択と各室内ユニットの負荷状況に応じて無段階に能力比例制御するという現代のビル用マルチ空調システムに通じる個別分散空調を実現したところである。スーパーマルチはその後、容量を20馬力まで拡大している。

1990年にはバリエーションにスーパーマルチ冷暖フレック



(図1) スーパーマルチ室外機(初期) (図2) スーパーマルチ室外機(後期)

スを加えた。冷暖フレックスは、複数台接続された室内ユニットを個々に冷房、暖房できる究極の個別分散空調システムであり、しかも冷暖運転のユニット間での熱回収運転が可能となっており、当時最新の冷媒・電子制御技術が組み込まれた。

3- 第二世代: ワイドマルチ

1994年(平成6年)に発売されたワイドマルチはスーパーマルチ後期の筐体を流用する。冷媒分流には室外機と室内機間に分岐ジョイントと分岐ヘッドを配し、各室内ユニットに内蔵したセンサと流量調整弁で能力按分を行うライン分岐方式が採用され、この方式は現在に引き継がれている。容量は当初最大10馬力だったが、翌年には20馬力まで拡大している。

また、1998年には8,10馬力タイプを代替冷媒R407Cに切り替えて発売しているほか、バリエーションに氷蓄熱ワイドマルチがあった。

4- 第三世代: モジュールマルチ(MMS)

ビル用マルチ空調システムは個別分散空調の快適性はもちろん、空調設計や据付工事がしやすい事、基本メンテナンスフリーであることから急速に市場が立ち上がった。そんな中、小規模から中規模クラスのビルの施工を考えると、パイプシャフトの専有面積を抑えるために同一冷媒系統の大容量化が必要であった。

1999年(平成11年)に発売されたモジュールマルチ(以下MMS)は、室外機を複数台ライン連結する事による大容量化を実現した。また、ターミナル専用機となる8,10HPのインバータ室外機と6,8,10HPの増設用定速室外機を連結して容量8から46HPを2馬力刻みのラインナップで提供するマルチ版モジュールコンセプトを初採用したシリーズである。

多連結のモジュールコンセプトと言えば、当時別会社の東洋キャリア工業から1994年に発売された水冷モジュールチラーがあるが、多連結による大容量化のコンセプトはまだなかった。もっとも、モジュールチラーの多連結化技術と、MMS

の多連結化技術は全く異なる。チラーでは各ユニットの加熱量の連携とそれを搬送する水のコントロールに独自の技術を要するが、ヒートポンプサイクル自体はユニット内で固定される。一方、マルチの場合は連結した室内、室外ユニットおよび接続配管全体で一つの冷凍サイクルを形成するため、無尽蔵となる組み合わせに応じてユニット間の冷媒や冷凍機油をコントロールする独自の技術を要する。

なお、当初冷媒はR-22だったが、2001年にR407Cに切り替えている。当時すでに、インバータ&グリーン戦略のマルチ展開の方向は定まっていたが、その実現は大容量コンプレッサが完成する2003年まで待たなければならない。

5- 第四世代:スーパーモジュールマルチ(SMMS)

中部電力(株)殿と共同開発し、2003年(平成15年)に発売したスーパーモジュールマルチ(以下SMMS)は、マルチ版モジュールコンセプトを更に進化させている。モジュールユニットを全てインバータ駆動することで、5,6,8,10,12馬力の室外機をターミナル専用機、増設機の区別無く大小2つのプラットフォーム筐体に集約している。これは電源系及び技術法規の違いからくるローカルフィット設計を施せば、素早くグローバルに機種展開でき、且つ商流においては在庫管理の容易さを実現した。

また、本機種では、高効率のR410A冷媒をマルチに初採用し、各要素部品の効率改善や、能力可変幅の拡大で部分負荷特性等を向上させ、期間消費電力量(日本冷凍空調工業規格JRA4055で算出)は従来機種に比べて約50%と大幅な省エネに成功している。

その後、SMMSは筐体構造を継承し、2010年(平成22年)にiシリーズに進化した。冷媒分流制御技術を発展させ、配管長さ、室内外落差等の設計自由度を更に向上させ、大規模ビルや、工場等への対応を容易にしている。省エネ運転制御でもコンプレッサの最も効率の良い能力域(30%~80%)で運転するように調整したり、連結ユニットの運転偏りを無くすなどオールインバーターのメリットを大いに活用している。また、iシリーズは初めての3拠点製造(日本、タイ、中国)モデルとなり、超円高下にあってマルチシステムの海外売上台数の急速な伸長を支えた。さらには、2015年(平成27年)には、海外からの大容量化の要求に応じて大容量筐体を加えたeシリーズ(海外専用モデル)を発売しており、SMMSの基本設計の高さがうかがえる。(図3)



(図3) スーパーモジュールマルチ[4連結]

6- 第五世代:スーパーモジュールマルチuシリーズ(SMMS-u)

2020年(令和2年)に発売されたスーパーモジュールマルチuシリーズ(以下SMMS-u)は、名前こそSMMSのシリーズアップとなっているがプラットフォームを一新した次世代型に進化している。(図4)

① 構想

マルチシステムには、単なる冷暖房の空調機能だけでなく建物の価値向上や設計・施工・運用・サービスや更新のし易さなど、製品ライフサイクルを通してステークホルダーのメリットにつながるソリューションが求められるようになってきている。「マルチの未来とは」、「マルチとは何なのか」を改めて問い直し、機器単体の効率向上とコンパクト化は勿論、日本のみならず海外のあらゆる市場でシステム商品としてのニーズに応えられるように、拡張性を持たせる商品に仕上げる方針とした。

このため、商品構想と同期して海外販社、国内営業部門のキーマンとFace to Faceによるコミュニケーション機会を作り、製品の最終ビジョンを共有し、顧客価値に優先度をつけ、要素技術の先行開発および量産開発を行った。

② 機器の効率向上とコンパクト化

マルチシステムはビル屋上に設置されることが多く、機器のコンパクト性と効率向上の両立が求められる。そこで、今回、機器のコンパクト化と効率向上実現のため、世界初となる容量20馬力クラスのトリプルロータリーコンプレッサ(コンパクト化に寄与)や、空調用コンプレッサでは世界初となるオープン巻線モーターを二基のインバータで駆動するデュアルステートインバータ(効率向上に寄与)を開発、国内向け20馬力モデルにおいて業界最小サイズと業界No1省エネ性能を両立させている。

一方、冷凍サイクルも部品毎の機能を分析、冷媒とオイルのセンシング・制御技術の高度化によりコンパクト化設計を織り込んだ。更に室外機筐体の構造を上下分割型構造から上下一体型構造へ変更するとともに、熱交換器形状をW形にすることで、従来よりも熱交換器前面積を15%アップさせている。

③ ビル空調の核心、VRF(適正冷媒流量;

Variable Refrigerant Flow)制御の更なる進化

今回の開発ではセンシング・制御技術の高度化により、据付



(図4) スーパーモジュールマルチ u(12HP, 20HP)

自由度をさらに向上させている。室内外落差では、室外機が上層階設置時の落差(正落差)を90mから110mまで緩和するとともに、室外機が下層設置時の落差(逆落差)を標準機で、40mから110mまで大幅緩和する事に成功した。これは逆落差で問題とされる冷媒のフラッシュガス現象を抑制する技術開発によるものである。これで、現時点でビル用マルチ空調システム導入の可能性のある建物をほぼ全てカバーできる自由度を実現した事になる。

④ モジュールコンセプトの更なる進化

配管設計自由度の緩和に伴い、高層ビルでは冷媒配管を通すパイプシャフトの専有スペースの増加を抑える必要がある。その為には同一冷媒系統の最大システム容量を増やす必要があるが、総冷媒量も多くなり、特に除霜時の液バックによるコンプレッサ信頼性悪化が課題となる。そこで、ロータリーコンプレッサの可変圧縮比特性を活かした新除霜制御を開発することで、全運転域で除霜中の液バックレスを実現した。その結果、SMMS-uでは同一冷媒系統の最大システム容量を従来の60馬力から120馬力(室外5台連結)へと大幅に向上させ、室内接続台数も128台に強化した(海外仕様)。

また、ターミナル専用機を持たない連結方式の特長を活かして、一台が故障してもそれが拡大被害のない故障の場合はその他のユニットで自動バックアップ運転をしたり、特に海外での在庫管理を容易にするべくフリーコネクション(セレクションツールと室外機組み合わせ自由)機能を織り込むなどフレキシブルな機能の実現に成功した。

7- さいごに

振り返ると、当社ではプラットフォームを刷新する度に、常に新しい技術でビル用マルチ空調システムの可能性を拡げてきたことがわかる。

そして、2020年に新プラットフォームとなるSMMS-uの先頭機種を発売したばかりで、今後ヒートリカバリ等バリエーションを増やしながらグローバルに展開していくわけだが、顧客価値視点で織り込んだアイテムはまだある。今後のDX時代(サービスや連携制御)に向けての通信プラットフォームの刷新もしており、この先シリーズ展開の中でどんな価値をみせてくれるだろうか楽しみである。

| | 1987年~ | 1994年~ | 1999年~ | 2003年~ | 2020年~ |
|-----------------|-------------|----------------------|--------------|----------------|----------------------------------|
| 呼 称 | スーパーマルチ | ワイドマルチ | MMS | SMMS(i,e) | SMMS-u |
| 冷媒分岐方式 | マルチコントローラ方式 | ライン分岐方式 | ライン分岐方式 | ライン分岐方式 | ライン分岐方式 |
| 大容量対応 | 個別筐体 | 個別筐体 | ユニット連結 | ユニット連結 | ユニット連結 |
| 単体最大容量 | HP | 5,20(最終) | 10 | 12,16(i),22(e) | 20(24海外) |
| システム容量(同一冷媒系統) | HP | 5~20 | 5~20 | 8~46 | 5~48 |
| 室内最大接続 | 台 | 8 | 20 | 46 | 48 |
| 室内機接続馬力許容範囲 | HP | 1~5 | 0.8~6 | 0.8~5 | 0.8~10 0.8~20(i) 0.6~20(e) |
| 最遠配管長 | m | 120 | 120 | 125 | 175 235(i,e) |
| 正落差/逆落差(室外機上/下) | m | 50/- | 50/- | 50/- | 50/40 70/40(i,e) |
| 室内ユニット間落差 | m | 15 | 30 | 30 | 30 40(i,e) |
| 能力可変 | インバータユニット※ | インバータユニット※ | インバータ+定速ユニット | オールインバータ | オールインバータ |
| 除霜方式 | リバース | リバース | リバース | リバース(一部ホットガス) | 単独機:リバース 連結機:個別除霜 |
| その他 | 個別分散空調 | 個別分散空調 | 個別分散空調 | 個別分散空調 | 個別分散空調 |
| | - | 自動アドレス設定 | 自動アドレス設定 | 自動アドレス設定 | 自動アドレス設定 |
| | - | - | - | 緊急バックアップ | 自動バックアップ |
| | - | - | - | - | 新旧混在運転可 |
| | - | - | - | - | フリーコネクション(海外) |
| 冷 媒 | R22 | R22 R407C(1998年~) | R22 R407C | R410A | R410A |

※ スーパーマルチとワイドマルチの大容量ユニットにはインバータと定速のコンプレッサを搭載してリレー運転により全域能力可変を実現

初物語

困難を乗り越え、ビジネスモデルを変化させて成長を遂げてきた歴史は、より良くなるために自らを変えていくことの大切さを私たちに教えてくれた

1999年(平成11年)に(株)東芝と米国キャリア社間の合併会社として東芝キャリアが発足して以降、事業も成長してきた。ただ、その20年間はすべてが順風満帆だったわけではなく、むしろ幾多の困難に直面しながらも、生き残りをかけ、そしてさらなる成長のため自ら果敢に変革を重ねた激動の歴史でもあった。そしてまた、技術開発も変革を重ねてきたのであった。

1- 東芝キャリア株式会社設立 (1999年)

1998年(平成10年)、空調設備機器分野において互いの持つ技術、製造、販売網を相互に活用する補完関係を構築し、世界市場に向けた製品ラインアップの拡充および製品開発力の強化、コストの削減、販売網の拡大等を実現し、空調設備市場での一層の競争力向上と両社の事業領域拡大を図るため、(株)東芝と米国キャリア社との間で「空調設備機器分野でのグローバルな戦略的提携」が結ばれ、1999年(平成11年)に東芝の空調設備事業部門と製造拠点である富士事業所を母体とする合併会社「東芝キャリア株式会社」が誕生した。

【基本合意内容】

- ・合併会社「東芝キャリア(株)」設立
- ・東洋キャリア工業(株)を新会社に連結
- ・東芝国内販社を統合し、東芝キャリア空調システムズ(株)を設立
- ・グローバル製造拠点と販売網の統合
- ・国内事業は東芝キャリア(株)が主管
- ・海外事業は米国キャリア社が主管

2- インバータ&グリーン

1998年(平成10年)に家庭用エアコンにオゾン層破壊係数ゼロの高出率冷媒R410Aを投入し、省エネNo.1を達成して以降、その技術を業務用空調機へ拡大する「インバータ&グリーン戦略」を展開した。

当時、業務用は低圧タイプのR407Cを採用するというのが業界の動向であったが、当社ではR410Aを採用する方針をいち早く決定し、店舗・オフィス用からビル用マルチシステムまでの開発を完了すると、技術提携によりキャリア社製品にまで展開した。さらには電力会社との共同研究開発製品として成功を収めつつあった空冷チャラーへも展開、そうして開発さ

れた「ユニバーサルスマートX」の商品性は、国内チャラー市場において東芝キャリアの優位性を決定づけるものとなった。

現在は、更に地球温暖化係数の低い冷媒への転換が求められており、各要素技術の研究・先行開発、および新製品への技術織り込みが必要である。

3- B2CからB2B事業への軸足転換

1999年当時、当社の事業の柱は国内家庭用エアコンであり、技術開発も家庭用に注力した成果を業務用に展開するというのが定石であった。1999年(平成11年)からの3年間は「大清快」シリーズの販売が好調に推移し収益も安定していた。

ところが、1999年(平成11年)からすでに始まっていた物価下落が回復を見せないまま2001年(平成13年)にデフレ経済に突入、広域量販店の台頭等により家電の価格破壊が進行すると、営業損益は赤字を計上するに至った。国内オペレーションは東芝キャリアが主管とはいえ、米国キャリア社からもB2C市場からの撤退を強く提案されるようになる。しかしながら、長らく家庭用エアコンを事業の柱としてきた当社にとってその決断は重い。そこで、生き残りをかけルームエアコンのタイ、中国への製造移管、投資抑制、選択と集中による大規模な構造改革を行った結果、2007年(平成19年)の営業利益は設立当初以上のレベルまで回復していた。

が、その最中の2008年(平成20年)にリーマンショックが起きると、それに続く急激な円高により輸入されるエアコンの価格が一段と下がり、国内家庭用エアコンのビジネスは崩壊したのである。そして、2010年(平成22年)、ついに家庭用ルームエアコン事業を東芝ホームアプライアンス(株)に移管し、国内設備ルート向けエアコンは同社から調達販売するという形でB2Cからの事業撤退を断行、国内はB2B事業へと軸足を転換したのであった。

4- ヒートポンプソリューション (2007年～)

リーマンショック後、家庭用エアコンの事業移管の準備と同時に進められていったのが、「21世紀環境創造企業」をビジョンに掲げ、ヒートポンプ技術を軸とした事業の多角化である。

空調用途に加え、一定の市場規模が見込めるものとして国内のヒートポンプ給湯事業や海外の温水事業があり、2008年(平成20年)に東芝機器(株)から電気温水事業を移管・獲得して本格的に温水事業に乗り出すことになる。業務用温水給湯器を発展させ、工場等の産業用途の熱源市場の開拓を目指す循環加温ヒートポンプシステムであるCAONSシリーズの開発もこの頃にスタートした。一方で、燃焼系のガスヒーポンエアコンや電気温水器事業から撤退するなど、環境創造企業としての事業の選択がなされた時期でもあった。

この2007年(平成19年)から始まるヒートポンプ技術活用は、前章のB2Bへの軸足転換、次章のグローバル構造改革と合わせて、2010年(平成22年)に改訂された経営ビジョンへと反映され、今に至っている。振り返ると、この時期が次の10年に向けての準備を粛々と実行していた時期であることがわかる。

5- グローバル構造改革 (2010年～2013年)

発足当初からの海外事業は、キャリア社の海外製品を補完するインバータエアコンを富士事業所で製造する輸出型ビジネスモデルであった。当時は2000年(平成12年)の1ユーロ100円を底に年々ユーロ高が進行するなかで、2003年(平成15年)に開発したビル用マルチシステム「スーパーモジュールマルチ」の輸出が本格化するともに年々輸出高を増やし、製品輸出の売上規模も1999年(平

成11年)の3%から2007年(平成19年)には25%まで高まっていた。

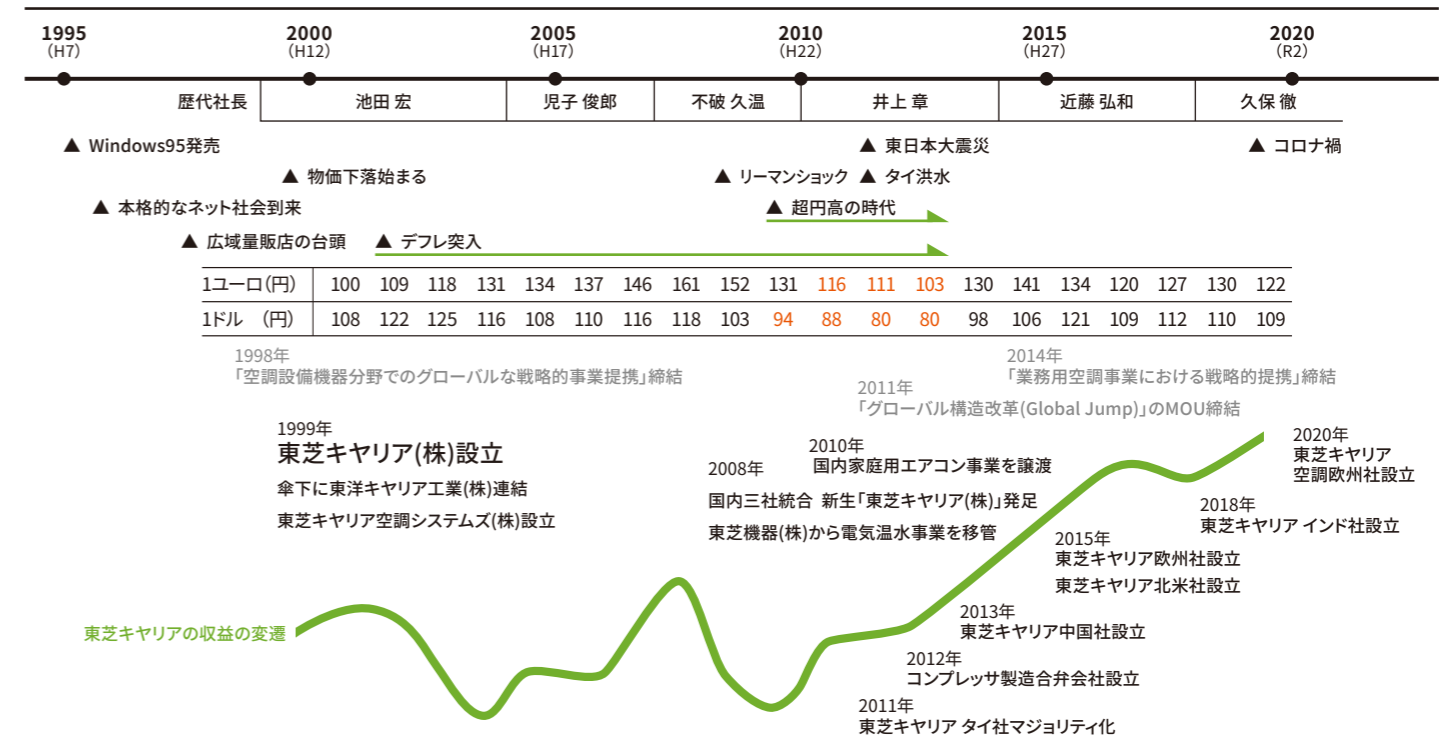
しかしながら、2008年(平成20年)のリーマンショックを機に状況が変わってゆく。ユーロ安が徐々に進行すると、輸出型ビジネスモデルは先行き不透明感を高めていった。海外オペレーションを主管する米国キャリア社にとっても、海外事業の成長を目指す当社にとってもこの状況は無視できるものではなく、海外事業成長戦略は見直しの時期を迎えていた。そして、当社は米国キャリア社に対して、1998年(平成10年)の合意事項である国内と海外事業の分業体制の再構築を提案するのである。

具体的にはグローバル製造拠点であるタイ工場のマジョリティを東芝キャリアに移し製造を強化しつつ、業務用空調機の製造を日本からタイに製造移管し大幅なコストリダクションを図るというもので、日本からの輸出型のビジネスモデルを大きく転換するものであった。議論を重ねるうち、この提案が両社に利するものであることが米国キャリア社にも理解され、2011年(平成23年)タイ製造拠点のマジョリティ移管を伴う、グローバル構造改革のMOU (Memorandum of Understanding、覚書)を締結するに至ったのであった。

同時に圧縮機については富士通ゼネラル(株)との合併でタイに製造会社を設立すること、中国国内市場に向けた製造拠点を中国国内に立ち上げることも合わせて決定されたのである。

ただでさえ困難を極めるビッグプロジェクトを、そのうえ3拠点同時に立ち上げることを危ぶむ声が社内外から聞かれるも、このグローバル構造改革が必要にして不可欠であるとの認識のもと、2013年(平成25年)までに全社一丸となって実現されていくのである。

■ キャリアJVの歴史



東芝キャリアグローバル拠点



6- VISION2020 (2014年～現在)

2014年(平成26年)、さらなる連携強化として(株)東芝と米国ユナイテッドテクノロジーズ社との間で「包括的事業協力に関する覚書」が締結される。これは海外事業のより一層の拡大を図り、2020年(令和2年)度の売り上げを2013年(平成25年)度の2倍にすることを目的に、欧州、北米、インドにセールスエンジニアリングセンターを設立することを骨子としたものであった。この覚書に基づき、欧州、北米では業務用空調営業技術支援とともに、各市場向け機器の開発も行う現地法人を設立、インドでは製造会社として法人を設立し、業務用空調を中心に世界各地域での拡販を行う体制の構築を目指した。

また、これと前後する2013年(平成25年)頃から現地の商品ラインアップの拡充・価格競争力強化を目的に、キャリア社製の室内ユニットを東芝キャリア製の室外機に接続するというプロジェクトがいくつか起き、実現されていった。

7- 技術開発体制の強化 (2000年～現在)

当社を取り巻く事業環境は刻一刻と変化しているため、技術開発体制の強化が必要とされる。自社での研究開発のほか、(株)東芝や大学への委託研究、電力会社との共同研究開発、世界のキャリア社拠点との技術提携(主としてキャリア社製品の開発)、他社との間で共同研究開発会社を設立しての開発なども行ってきたが、開発設備についても、大容量機器を開発する試験室への投資を続けてきた。



一方で、事業の拡大、海外製造拠点の拡大に伴い、各市場のニーズに沿ったローカルフィット製品の開発も求められるため、タイのTCTC、中国のTCACでの製品開発体制を整備することとし、研究開発設備投資、ローカルエンジニアの増強を図ってきた。また、タイ、中国、そして富士事業所内にそれぞれ「技術棟」を建設し、富士事業所と掛川事業所での先行技術開発、重要製品のプラットフォーム開発、国内製造商品の開発をする一方、海外拠点でローカルフィット開発を進めるというグローバル開発体制が築かれつつある。

8- さいごに

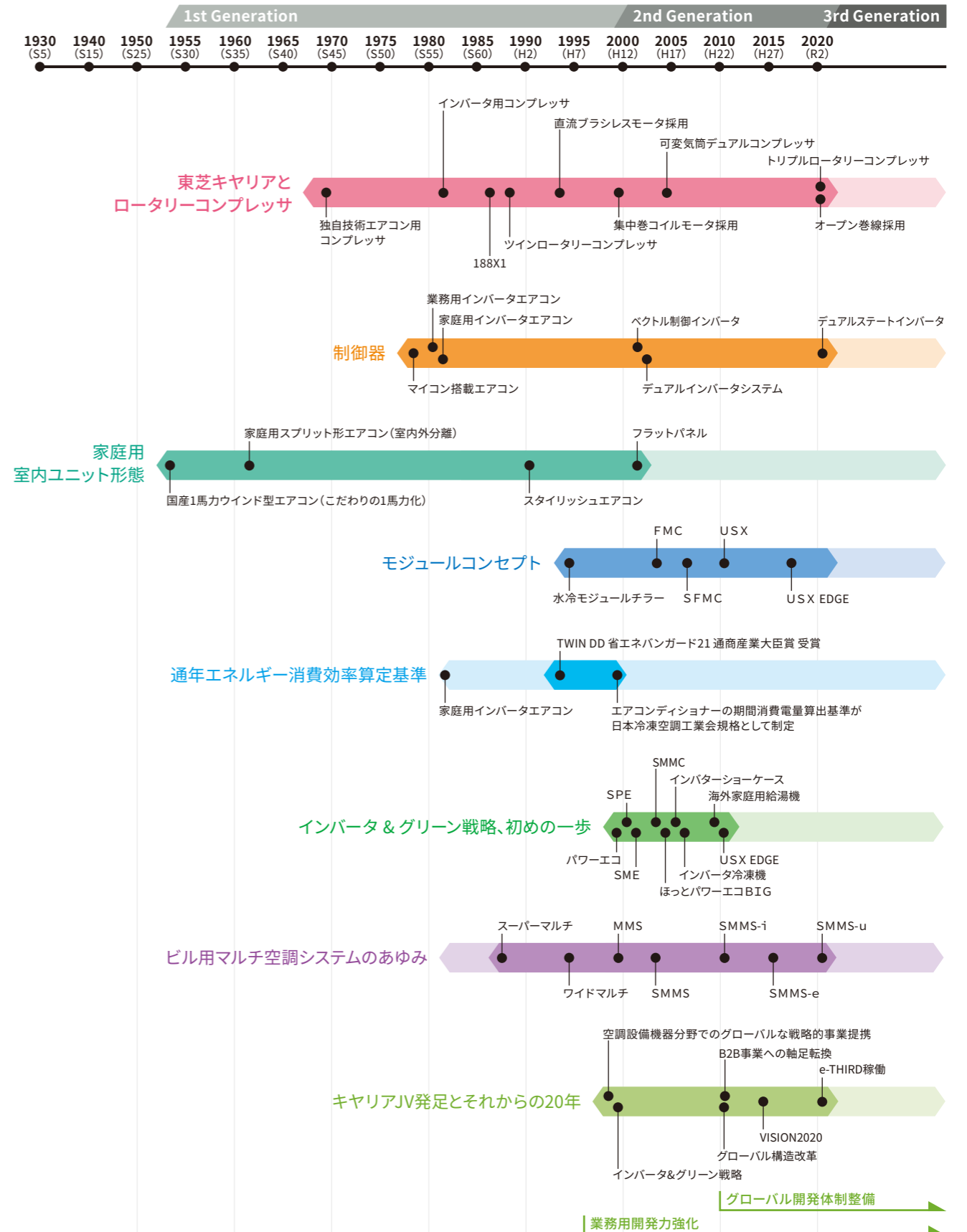
JVのスタートからその後の発展を振り返ることは、より良くなるために自らを変えていくことがいかに大切であるかを私たちに教えてくれる。そして、ドラスチックな変革を成す大きな局面では、キャリア社とのJVスキームの存在がいかに大きかったかを改めて感じるのである。

今後の20年では、冒頭で「激動」と称したこれまでの20年がまるで「助走」だったかと思えるくらいの状況に直面するかもしれない。それでも我々は存在する限り、再び自らを変革し続けるだろう。

技術者として、これからも変わり続けるために変えてはならないことがある。それは、常に新たな技術への興味と想像力、そしてそれを獲得するための貪欲なまでのチャレンジ精神を持つことである。それを忘れずこれからも進化し続けてゆくことを期待して止まない。



初物語 全体年表



NATセンターが果たした役割

NATセンター長(当時)
本郷 一郎

1- ある日突然に

2007年の夏も終わろうかというある日のこと、統括技師長から、『社長指示で10月から10年先の空調はどうなっているのか調べて、5年後にTCCは何をすべきかを提案する組織を作るので人選せよ』との話が舞い込んできた。条件は以下の通りだった。

- 1年間のPJ組織で、成果報告後解散する。
- 若手を抜擢する。／女性技術者を加える。
- 都内に専用の独立した事務所を構え、期間中他の業務は行わない。
- 本PJは調査・企画を行い、実際の研究開発を行ってはいけない。
- 人選にあたっては上長の承認は不要。

さらには、

- 各メンバーに一名、資料作成・報告書まとめをするアシスタントを付ける。
- オフィスは創造性を上げるために、最新かつユニークな調度品を揃える。
- 活動のための予算はいくらでも使ってよい。


というものであり、任務の重さを感じた。

2- プロジェクトの準備

急いで人選を行ない、組織名を検討した。プロジェクト組織でもあり、「DRAGON」という名称を入れたいとの話をしたところ、社長も賛成してくれたが、最終的にはNew Air-conditioning Technologyの頭文字を使った「NATセンター」に落ち着いた。事務所は当時東京の品川駅東側にあった本社を品川駅西側に移転したばかりで、旧本社のワンフロアをそのまま6名で使うことで決着した。

そして、準備期間中にメンバーとプロジェクトの目的を打合せ、ミッションと成果領域は下図のように決めた。

■ NATセンター
(New Air-conditioning Technology)



組織の特徴

- 1年間の時限組織
- 少数の専任メンバーである(6名)
- トップマネジメント組織である
- 執務場所は完全に独立(品川)
- トップステアリング会議を四半期毎に開催

NATセンターのミッション

10年先の空調の姿を描いて、新規技術開発テーマの発掘、新セグメント発掘、先行研究開発企画の立案を行い提案する。

【成果領域】5年後をターゲットとした

①新技術体系の描出 ②新概念商品の創出 ③研究開発企画提案

次に行ったのが年間の活動計画ならびに最初の三か月間の詳細な計画の作成である。ところがこれがなかなか社長のOKが出ない。30点の出来と言われた状態のまま10月1日を迎えてしまった。

3- 活動の立ち上げ

富士から新幹線で品川へ通うようになって、最初にやるべきことは、未完の活動計画の作成、オフィスの整備とアシスタントの採用である。

まず伝手を頼ってコンサルティング会社に相談した。先方もこちらのミッションに興味を持ってくれ、親身になって対応してくれた。調査に関する様々な手法、調査結果には人口動向など確実な情報とあくまでも予測された仮説のようなものがあり両者を区別することの重要性、アイデア検討会などには周到的準備とファシリテイトに徹する人が必要であることなどを教授してくれた。こちらでも先方の言うことを参考にしつつ、いろいろと調べた結果、活動が順調になるまでは隔週、以降は月一回のコンサルティングを受ける契約を結ぶこととした。

なお、オフィス整備については社長から以下のリクエストがあった。

- アメリカG社のオフィスのようなものを目指すこと。
- 外部の人と打ち合わせする会議室と居室の間にパーティションを設置し鍵を掛けられるようにしてセキュリティ対策をすること。
- 全ての会議室には当時主流のプロジェクターではなく大型ディスプレイを設置し直接PCからプレゼンをできるようにすること。

品川には事務機メーカーのショールームが何ヶ所もあり、メンバー全員で見に行って、L字型の机、書類キャビネット、椅子、パーティションなどを選定したのだが、どうも社長はG社風のオフィスになっていないことが不満だったようである。アシスタントも候補者を面談し一名を採用する事になった。ところが数日後に本人から辞退の申し入れがあったのだ。どうもオフィスががらんとしており、使っていない場所ではカーペット張りの床の上に直接電話が置いてあったりする様子を見て、何やら怪しげな会社と思われたようであった。逆にこのことで冷静にどのような人がアシスタントとして相応しいのか考えることができ、候補者4人目でようやく素晴らしい人物に巡り合うことができた。

4- 怒涛の一年が始まる

さて活動計画もコンサルからのアドバイスもあり環境調査から技術開発企画策定までを8ステップに分け、それを何度も繰り返してブラッシュアップすることで方針決定、それに研究所、大学、他社との技術交流を絡めていくこととし、1年後の最終報告に対し、3か月ごとにステアリング報告をすることで10月中旬によく社長から了解をもらった。

早速全員で手分けして気になるキーワードを抽出・分類して、各人が調査する項目を選定し、一次調査に入った。

調査にあたっては主としてPEST分析を行い、ありとあらゆる情報を集め、詳細調査をするもの、調査継続するもの、一旦調査を終了するものに分類し、10年先のシナリオ作成をおこなった。コンサルの世界でよく使われるロジカルシンキングの概念「MECE/漏れなく・ダブリなく全体を網羅する」を実践して、切り口の視点でもメンバーと共有を図った。同時に「TCCが目指す環境創造企業」の定義を議論していった。「環境を創造する企業とは、何なのか」は実に奥が深い言葉である。一見、非常にわかり易く胸にストンと落ちるコンセプトであるにも関わらず、いざそれを定義し、文章で表現しようとするとなかなかまとまらない。振り返って思えば、このPJ自体が環境創造を探らし、裏付けることが隠れたテーマであったわけで、最初から1年間をかけて少しずつ内容が洗練されていったのである。



VOS: Voice of Society

5- 早くも行き詰まり

事務所で調べられるものは全て調べ、出典を明確にして整理、必要であれば国会図書館まで文献を探しに行ったりもした。研究所・大学・他社へ人脈を駆使してコンタクトを取り、情報交換を行った。ビル空調の動向は知り合いの建築学科の教授に調査研究依頼も行った。そうした活動の中で、知識だけは膨大にインプットされ続けた。世界中のエネルギー事情から、ペット市場、野菜の育て方までも詳しくなった。日本の病院のベッド数や検査装置台数もわかってきた。果ては各国の政府は未来をどう考えようという政策を行おうとしているかも、しっかりと分析した。

そうして1か月半も経過すると急にやる事がなくなり、閉塞感に襲われるのである。研究開発部門ではないので、打合せを行っても、事業連携・共同研究開発・委託研究のステップに進むわけでもなく、次回の打ち合わせは発生しない。あっという間に過去から持っていた人脈という財産を使い果たしてしまったのだ。未来の予測も政府が予算を使って調べたことには敵わないし、公開されている文書は逆に当たり障りがないように玉虫色の内容になっていて参考にならない事に気づいたのである。ここにき

て、自分たちでシナリオを仮説として描き、検証していくことが必要で、新たに引き出しを拡げることを貪欲に進めないといけないことをようやく理解したのであった。

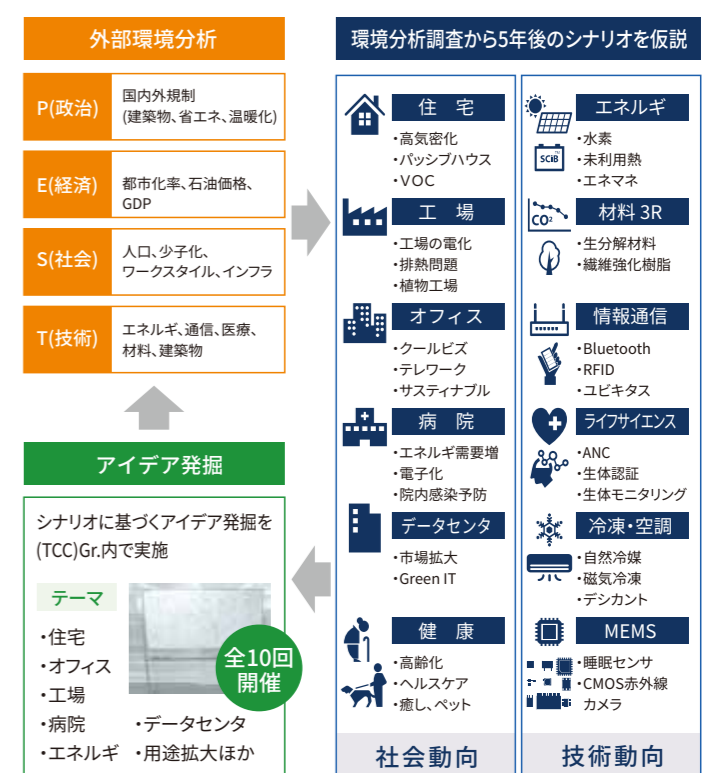
6- 活動の立て直し

ようやく本当のスタートラインに立った状況ではあったが、12月の第1回ステアリング会議を乗り切ると、すぐに、社内関係部門を集めてアイデア発掘会を行うことを計画した。まずコンサルティング会社の人達と少数精鋭で疑似アイデア発掘会を行い、どういう風なものになるのかチェックをし、さらに発掘会で出てきたアイテムを分類していった。その結果、アイデア発掘会は何度もやるものではなく、事前準備を周到に行い、ファシリテーターをきちんとアサインして行わないといけないことが実感できた。そのためにも、事前準備として環境調査を行ってきた結果をベースに10年先の世界を予測し、5年後のシナリオを描くことが必要であった。

アイデア発掘会は、背景としてそのシナリオを説明することから始めて、住宅、オフィス、商業施設、工場、病院、データセンター、エネルギー・再生可能エネルギー、などをテーマ別に都合10回実施した。その結果をコンサルティング会社のサポートを受けながら分析を行った。まずはアイデアを発散させ、次に、アイデアからコンセプトを抽出し、アイデアレベルの仮想商品を265件企画した。続いてそれらに必要な技術を抽出し、全テーマの詳細調査に取り掛かった、特に技術動向予測から5年先の実現性の見極め、社会変化予測からの市場性(顧客魅力度)の検討がポイントである。

■ 活動詳細 ー環境分析～アイデア発掘

10年後を予測し5年後のシナリオを仮説、アイデア発掘を実施



■ 活動詳細 – 仮想商品化～技術開発企画

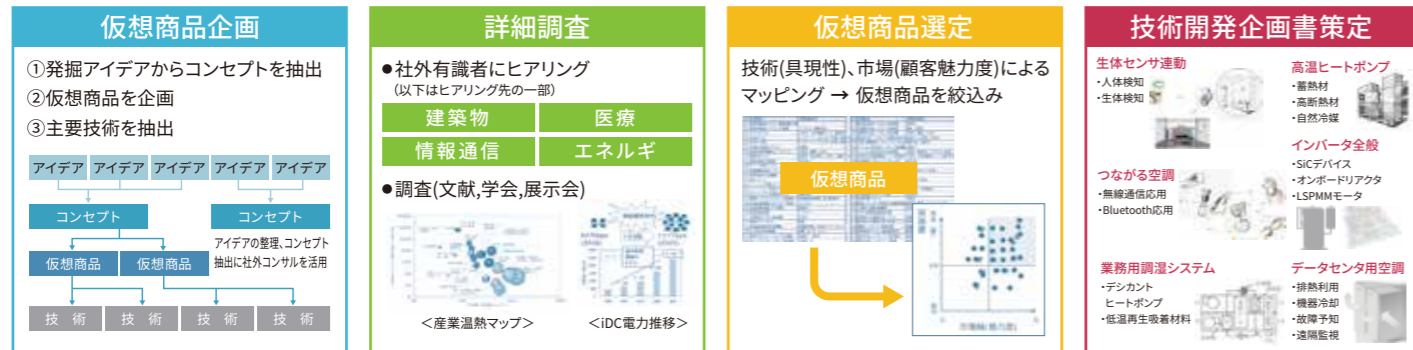
調査・ヒアリングを通じ、5年後に実現可能で魅力度の高い商品を絞り込み企画

アイデア 265件

仮想商品 96件

42件

開発企画書* 6件



* 企画書には以下を記載・コンセプト・ベンチマーク・システム構成・推進計画

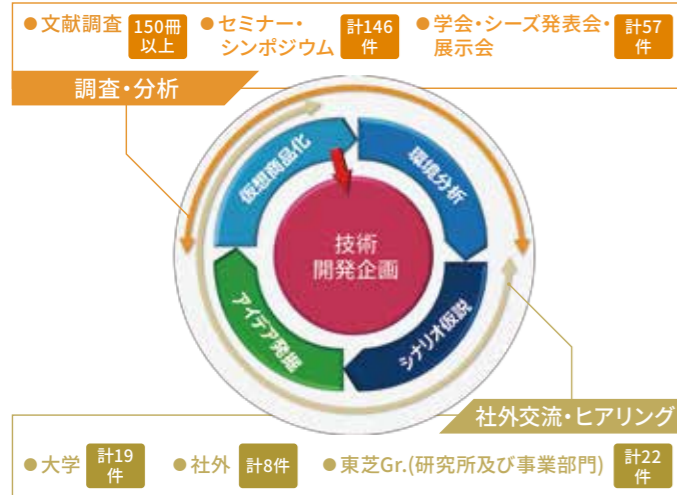
詳細調査の過程で、各種セミナーや学会にも積極的に参加し、講演者や質問者と名刺交換を行い、別途訪問打合せの約束を取り付けるという技を会得した。枯渇した過去の人脈だけでなく、リアルタイムに拡大する人脈により、初期に発生した行き詰まりから脱却することができたのである。

さてこうなると、あとは時間との戦いである。仮想商品を技術視点、市場視点での重みづけを行い、42件まで絞り込んでいった。ただ、この時点で約束の1年間が残り3か月というところまで来ていた。エネルギー・冷媒など量化できる部分は仮想設計まで行い、どのようなシステム技術開発・要素技術開発が必要かを検討して、開発企画書に落とし込んでいく。この作業を行うことによって、TCCの10年先をにらんだ技術ベクトルを描き、必要とされる技術体系を明らかにするとともに、自社の技術進化で対応できること、新たに獲得しなければならない技術分野、アウトソースする技術分野を明確にすることができた。

前述の各種セミナー、学会等での講演者や質問者へのコンタクトは、言う程簡単な事ではない。講演後数分間が勝負である。

■ 活動内容

調査分析、社外交流を繰返し、5年後に実現可能な新コンセプト商品、技術開発企画を提案



自分が興味を持つ人物には当然同じようなアクションを起こす人たちが居る中で彼らへ質問をして興味を引き、名刺交換・別途打合せのアポを取るというのだから、特殊スキル以外の何物でもない。よく興味のある講演会や展示会に参加するだけで満足している人がいる。聴講できる内容は今やネットや論文を読めば、リモートでほぼ収集する事ができる。だが、講演会に行くという行為はライブであり、そこに行かなければできない事をやる事にこそ意味があると思うのだ。

7- 最終報告会

早いもので季節はめぐり2008年の夏も終わろうとしていた。秋風がPJの終わりが近いことを告げており、社長への最終報告会

■ 活動成果

東芝キャリアの基幹技術を定義し、技術体系とともに5年後に必要な新コンセプト商品、要素技術を提案した



に向け、どのようなストーリーで報告するか検討していった。

まずは、「TCCの目指す環境創造の定義」。そして、10年先の空調、5年後のシナリオは過去のステアリング会議で報告しているので、それらに基づいたTCCの顧客価値からみたバリューベクトル、取り組むべき技術提案(42件の仮想商品創出の背景・根拠)の詳細説明、そして最終提案の6件とその詳細説明。最後にTCCの技術体系(環境創造を目指すTCC技術体系)を提案する事にした。

当時の取締役からの提案もあり、1年の活動の軌跡である各種調査結果・アイデア発掘会結果・作成した企画書などを会議室に展示する内覧会を同時に行う報告会を企画した。準備に2週間をかけ、当日の報告会に臨み、メンバー全員で分担して発表を行った。

手探りから始まったそれは、社外交流50か所以上、文献調査150件以上、学会・セミナー・シンポジウム・展示会参加200件以上にも及ぶ活動となった。また今後のために調査資料は出典を明確にし、どんな情報はどこを調べれば得られるのかのリストをまとめた。内覧会・最終報告会を終え、社長からは満点ではないが、合格点を上げてよいとのコメントをもらい、ついにプロジェクトは終了したのである。

8- NATセンターの成果

さて5年後をターゲットとした新技術体系の描出、新コンセプト商品の創出、研究開発企画提案が、直接の成果領域であり、そのうちのいくつかは実際に商品化・商品へ実装を果たした。

しかしながら、それよりも大きなものはTCCが目指す『環境創造企業』を定義し、それに『必要な基幹技術と技術体系』を提案し、環境創造企業としてのTCCの経営ビジョンにも反映したこと、

そして社外交流・連携を継続し、拡大させたことではないかと思うのである。

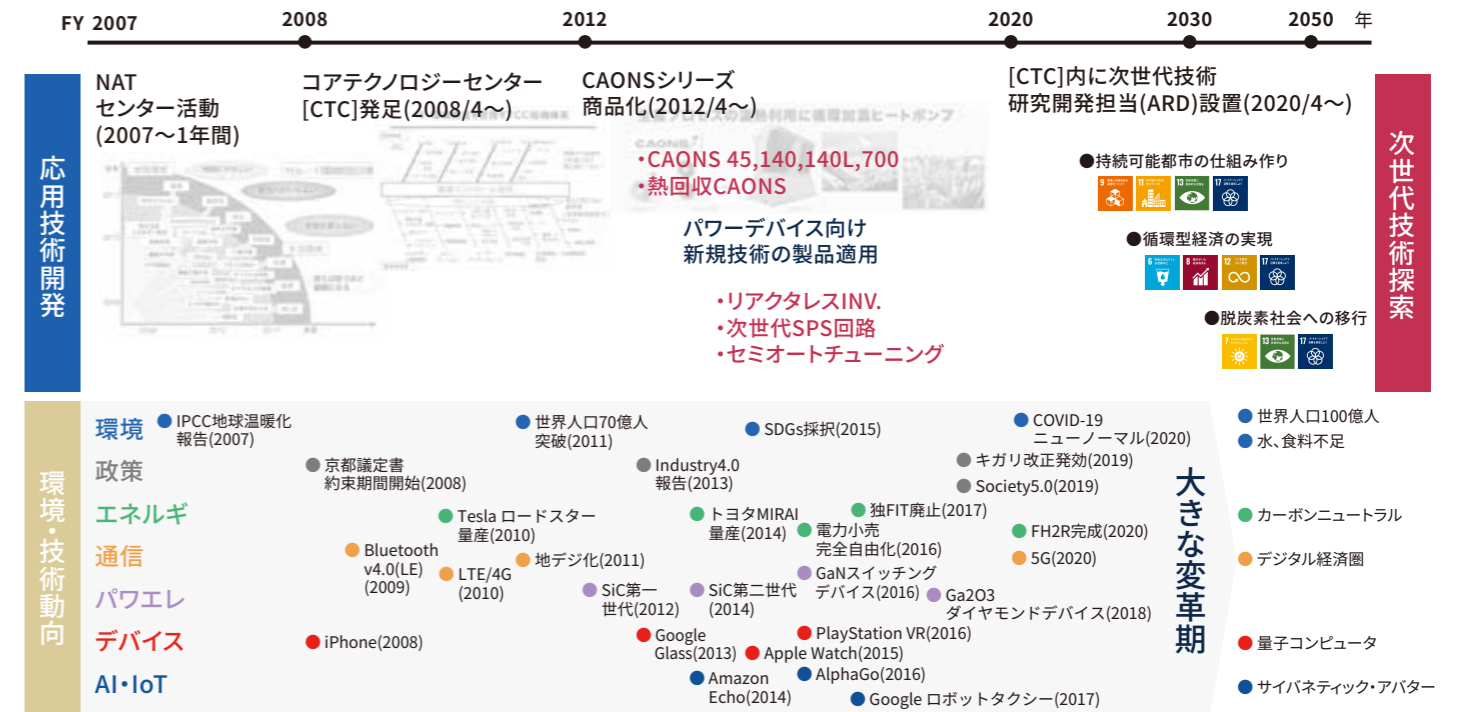
2007年当時は、TCCが発足してもうすぐ10年になろうとする時期で、事業の方向性をどう転換すべきか検討する時期でもあった。そのようなときに調査・企画・提案する専任組織が活動したこと、及びそれに携われたこと、また手探りの状態から試行錯誤を経てまとめることができたのは大きな意義があった。提案したものは1週間もあればまとめることができたのかもしれない。しかし、それは本当にやる価値があるものなのか、環境分析を行い、大学・研究所・他社との情報交換を行い、様々な資料を調べて、ロジカルにまとめる作業を通じて、単なる思い付きから、この道を進めば間違いがないという確信のあるものになっていった。この作業、手法そのものが大きな財産なのかもしれない。奇しくもNAT活動も終盤の2008年9月にリーマンショックが起こったが、そのような状況下でも、『環境創造企業』としてやるべきことを提案できたのも、それが単なる思い付きや一時の考えで作ったものではなく、分析の裏付けがあったからに他ならない。

その時目指したものは来年でもなく、10年後でもなく、5年後の未来に向けて何をすべきかの提案であった。その時間軸においては全くの新しい技術・アイデアは存在せず、必ず今の中に兆しやヒントが転がっている。大切なことは10年後の姿を考え、何を実現したいのかを明確にし、共有すること。既存の技術の組み合わせや改良でできないかをいつも考えること。そして、それを共通の言葉で議論することである。

さて我々は現在、すでにNATセンターが検討した10年後の未来のその先にいる。次の10年後を確固とするために再び同じ目的の活動を、また違うやり方ですべき時であろう。

■ 2030年に向けて

NATセンター解散から10年経過次世代技術探索に向けて新組織を発足



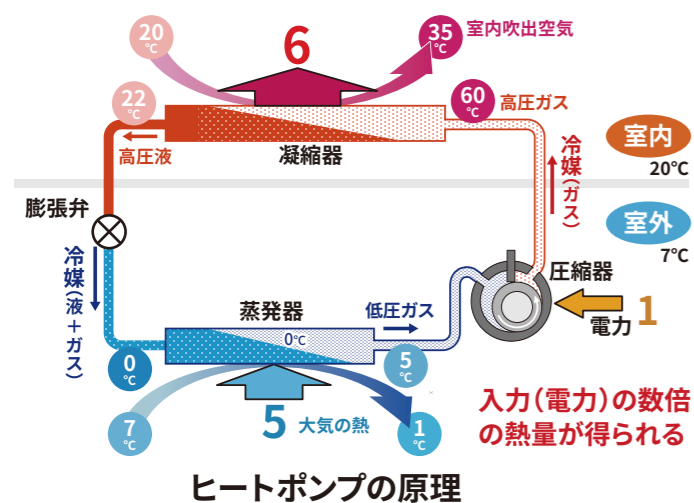
将来に向けて

昨今、SDGs(持続可能な開発目標)やESG投資などのキーワードで、企業の環境や社会への取り組みがクローズアップされている。東芝キャリアは2010年(平成22年)に経営ビジョンを改訂して以来、ヒートポンプソリューションカンパニーを標榜し、「社会並びに地球環境に貢献するグローバルに成長する環境創造企業」を目指してきた。

我々の事業の軸であるヒートポンプ技術は、圧縮機と冷媒を用いて熱を移動する技術であり、自然に存在する空気や水が持っている熱を回収することで「暖房」「加熱」を、逆に室内や庫内の熱を回収して外界へ排出することで「冷房」「冷凍」を実現できる。我が国や欧州では、そのエネルギー効率の高さから、ヒートポンプ技術で得られた熱エネルギーが再生可能エネルギーの一つとして位置づけられ、期待されている。

これまで、空調機を中心とした製品開発において、コンプレッサ、インバータ、ファン、熱交換器、冷凍サイクルなど要素技術を中心とした機器効率向上に取り組んできた。生み出された省エネ製品は、世の中で使用され、幸せなことに技術者の取り組みと社会要求が一致していた。今後もこれら基本性能の向上技術の積み上げが、我々技術者の本質的な仕事であることに変わりはない。それに加えて、事業環境の変化を常に意識し、小さな変化が引き起こす影響を想像し、対応していく姿勢が望まれる。

熱の移動の役割を担う冷媒への要求は、この20年で大きく変貌を遂げた。20年前、オゾン層保護のためHFC冷媒に切り替わりつつあった時期には、温暖化とはエネルギー問題であり、HFCが温室効果ガスとしてここまで削減すべき対象となるとは想定していなかった。現在、国際的な取り組みとして、気候変動枠組条約締結国会議で採択されたパリ協定(2015年、平成27年)による温室効果ガス削減およびHFCまで規制を拡大したモントリオール議定書の

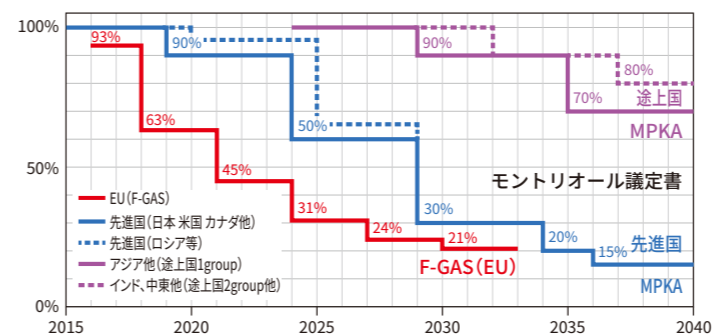
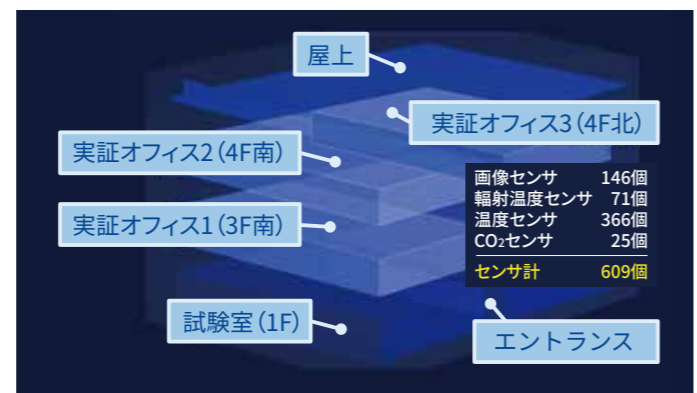


コアテクノロジーセンター 佐藤 全秋

キガリ改正(2016年、平成28年)があり、これらの達成に向けて、省エネや冷媒の規制が各国・地域で始まっている。キガリ改正への対応では最終的に2036年までにHFCの使用を2010年代の15%まで削減する必要があるが、有力な低GWP冷媒が存在しないことから、製品群ごとにどの冷媒を選定すべきかの判断が難しい。低GWP冷媒のほとんどが可燃性を持つため、安全性・信頼性と省エネ性を両立しつつ、顧客が許容できるコストを実現する必要がある。そのため冷媒選定および関連技術の開発は、省冷媒化や漏えい抑制・検知技術を含め、グローバル共通の重要課題であり、継続して取り組んでいく。

一方、技術者の立場においては、会社の成長への貢献として、付加価値の向上や市場の拡大(地域、用途)を企図していかなければならない。さらに、「モノ」から「コト」へ」と言われて久しいが、ハード一辺倒ではなく、総合的な価値を提供することを意識した技術開発が求められる。

2020年(令和2年)、富士事業所に新技術棟e-THIRDが竣工し、富士事業所の技術者のほとんどがe-THIRDで執務するようになった。e-THIRDでは、執務スペース自体が環境試験室として機能するように計測設備を設け、「実証オフィス」化した。今後は空調システムの比較評価だけでなく、組み合わせによる省エネ運用検討により機器への機能付加や空調ソリューションの提案につなげられる



HFC冷媒の総量規制

よう実証オフィスを活用していきたい。実際、夏の運転では新型コロナ対策として換気量を強めたが、外気取入れ空気を温調する外調機と室内マルチシステムとの負荷バランスにより快適性や省エネ性が大きく変わることが感覚およびデータで確認できた。最新の執務環境で、技術者自身の「気づき」による新システムの発想や快適性向上などの付加価値開発への好循環を期待している。

進展著しいCPS、IoTの分野では、監視や制御のみならず、最適化、自律化の段階に進むと言われている。今後はセンシング技術やAI技術の進化と合わせ、故障予知や運用改善、連携制御への活用やシステム・環境・対象物からのフィードバックにより空調機を

自律的にコントロールさせるなど、社外システムとの組み合わせも含めた新たな価値提供を考えていく必要がある。

昨年、コアテクノロジーセンターでは10年後の2030年に必要な技術を探るため、検討項目を議論し、具体的なアイテムの発掘を行っている。まず、メガトレンドから社会課題、技術トレンドの分析を行い、「持続可能都市の仕組みづくり」「循環型経済の実現」「脱炭素社会への移行」という3つの基本方針を定めた。これらの方針は、結果的にSDGs(持続可能な開発目標)とリンクしている。現在、これらの方針に沿った価値提供を実現するために必要とされる技術やソリューションについて、具体的なアイテムへの落とし込み、ロードマップ化作業を行っているところである。この活動は一過性のものとせず、ブラッシュアップを続け、我々が将来進むべき道を創るとともに視野の広い技術者の育成に活用していきたい。

2020年(令和2年)、政府が主要政策として掲げた「2050年ゼロ・エミッション宣言」は、我々の目指す技術や事業と合致している。東芝キャリアは、今後もヒートポンプ技術を軸に、「社会並びに地球環境に貢献するグローバルに成長する環境創造企業」を目指し、成長していく。

メガトレンド

世界人口 2019年：77.1億人 → 2030年：85.5億人

| 人口動態の変化と都市化の進行 | グローバル化と経済力のシフト | 資源不足とエネルギー増大 | 気候変動地球環境の変化 |
|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| 先進国：高齢化進行 生産人口低下 | 新興国の経済発展 (インド、東南アジアなど) | 水不足：取水量30%増大 | 世界的な降水量の変化 (干ばつ、洪水、海面上昇) |
| 都市人口 50% → 60% | 生産地のシフト | 鉱物資源の可採埋蔵量減 | 異常気象による生態系への影響 |
| メガシティ※の増加 ※1,000万人都市 | 成熟市場の影響力低下 資本力低下 | エネルギー需要50%増大 | 温室効果ガス排出削減への取り組み進行 |

テクノロジーの進歩

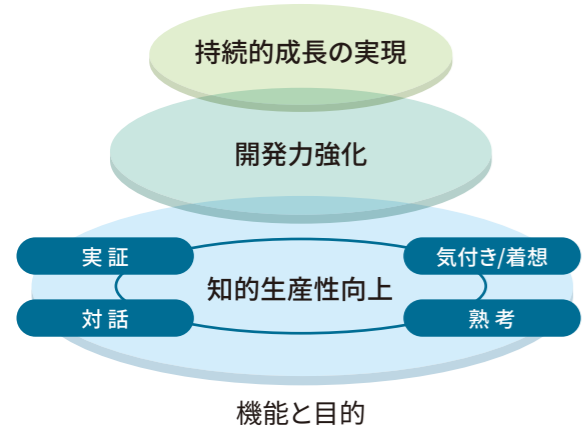
次世代技術探索の基本方針

| 持続可能都市の仕組みづくり | 循環型経済の実現 | 脱炭素社会への移行 |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 9 産業と社会の両面から課題を解決しよう | 6 持続可能な開発目標を達成しよう | 7 エネルギー効率を高め、再生可能なエネルギーを推進しよう |
| 11 気候変動のリスクを減らし、持続可能な都市を築こう | 8 働きがいも経済成長も | 13 気候変動に具体的な対策を |
| 13 気候変動に具体的な対策を | 12 つくる責任 つかう責任 | 17 パートナリシップで目標を達成しよう |
| 17 パートナリシップで目標を達成しよう | 17 パートナリシップで目標を達成しよう | 17 パートナリシップで目標を達成しよう |

次世代技術の探索

技と術のDNA × R&D

2020年に竣工した新技術棟は、東芝キャリアグループのグローバル開発設計体制のハブ拠点になり、「e-THIRD(イーサード)」と呼ばれます。「e-THIRD」の名は、「evolution + Technology hub in R & D」を意味し、今後も成長を続けるグローバル空調事業をはじめ、



ヒートポンプ技術を応用した製品、システム、ソリューションの研究・開発の強化や、東芝グループが目指すCPS (Cyber physical systems)ソリューション企業に向けた技術を進化・展開のため、最新技術の開発に取り込む決意を示しています。

実証型オフィス

執務エリアを実証実験可能なオフィスとし、実際の執務空間で当社の製品や技術などを、様々な条件下で使用・検証しています。

技術者が自ら使用・体感できる環境でリアルタイムに表示される実証データを活用し、製品・ソリューション開発に繋げたり、実証データを遠隔表示、操作する中で、CPSソリューションのアイデアを着想します。

3つのオフィスエリアをそれぞれ東西にブロック分けし、異なる空調システムを使った比較実験を行っています。

データ測定の目的もあり、執務エリアには部門を隔てる壁はなく、広く開放的な心地よい空間となっています。



<実証データ解析画面>



その他施設

■ Activity Based Working

自席以外にも働く場所を選べます。各執務室にも緩く仕切られた集中ゾーン(会話禁止)があり、一人で熟考したい時などに便利です。



■ コラボレーションエリア

各執務スペースには、随所に打ち合わせや共同作業スペースを設けて対話の場を提供します。また、南北の実証オフィスの間に位置し、この通り、3F、4Fが吹き抜き階段構造となっており、異部門間との交流を活発化します。実証試験データを表示できるデジタルサイネージや、ライブラリ、会議室、イノベーションスタジアム、ワークラボなどがあります。



<ワークラボ>

普段は自由に使えるスペースで、打ち合わせや複数部門に関係するイベントなどにも使用します。プロジェクト等が立ち上がった時には共同オフィスとして使うこともあります。



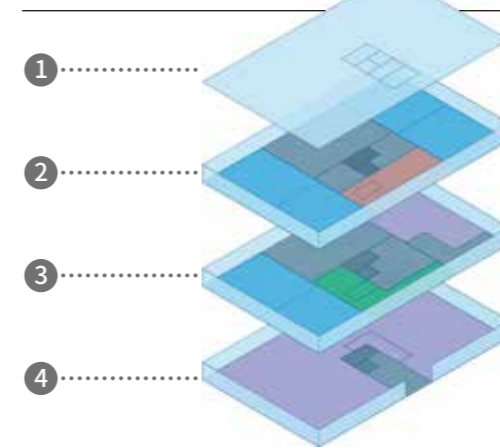
<イノベーションスタジアム>

コラボレーションエリアを吹き抜けて接続した3F側の空間は、技術者の交流の場として常時解放されています。普段はABWの一つとして自由に使用したり、異部門の技術者が集まり、新しいアイデアを生み出します。

また、最大で200人を収容できる広さがあり、社内のセミナーやプレゼンテーションの会場、あるいは発信拠点としても使用されます。

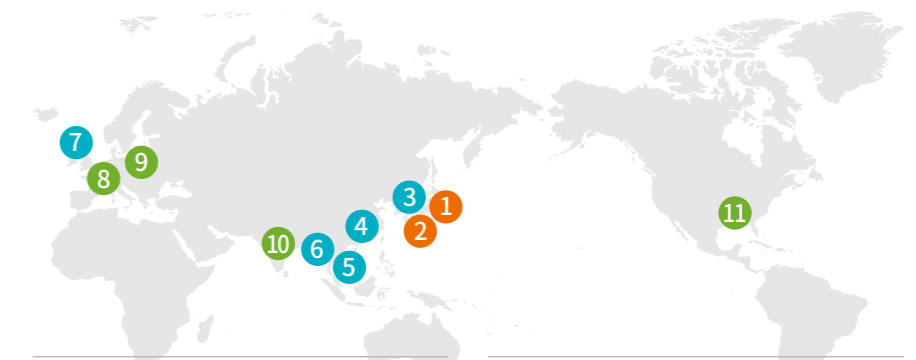


建物施設概略



- ① RF くつろぎ・展望ゾーン
- ② 4F
 - サービスオフィス・リラクゼーションエリア
 - 実証オフィス
- ③ 3F
 - 実証オフィス
 - 試験室エリア
 - コラボレーションエリア 面会・会議室
- ④ 1F
 - 試験室エリア

東芝キャリアグローバル拠点



- ① 富士事業所(日本 富士市)
- ② 掛川開発センター(日本 菊川市)
- ③ 津山事業所(日本 津山市)
- ④ 東芝キャリア 中国社
- ⑤ TCFGコンプレッサ(タイ)社
- ⑥ 東芝キャリア タイ社
- ⑦ 東芝キャリア英国社(イギリス)
- ⑧ 東芝キャリア 欧州社(フランス)
- ⑨ 東芝キャリア 空調欧州社(ポーランド)
- ⑩ 東芝キャリア インド社
- ⑪ 東芝キャリア 北米社(アメリカ)

| | | |
|---|--|---|
| <div><div></div>IEEEマイルストーン</div> | | <div><div></div>The Institute of Electrical and Electronics Engineers</div> |
| | | |
| 2020年 | インバータエアコン <p>業務用:1980年12月発売 RAV-46HTY 家庭用:1981年12月発売 RAS-225PKHV</p> | IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers;AIEE (1884年創立)とIRE (1912年創立)が1963年に統合した電気・電子分野の世界最大の専門家組織)が、電気・電子・情報・通信の関連分野において達成された画期的なイノベーションの中で、社会や産業の発展に貢献し、かつ開発完了から25年以上経過した歴史的偉業を表彰する制度として、1983年に制定された。日本では2019年末までに35件が登録されている。 |

| 重要科学技術史資料(未来技術遺産) | | 国立科学博物館 | |
|-------------------|---------|---------------------------|---|
| 2019年 | 第00265号 | インバータ駆動エアコン (RAS-225PKHV) | 独立行政法人国立科学博物館(産業技術史資料情報センター)が、日本の科学技術史資料のうち、「科学技術の発達上重要な成果を示し、次世代に継承していく上で重要な意義を持つもの」や「国民生活、経済、社会、文化の在り方に顕著な影響を与えたもの」に該当する資料を選定し、「重要科学技術史資料登録台帳」に登録しているもので、2008年度から毎年行われています。 |
| 2018年 | 第00257号 | ロータリーコンプレッサ B型シリーズ | |

| 建築設備技術遺産 | | 社団法人 建築設備技術者協会 | |
|----------|--------|------------------------------|--|
| 2016年 | 認定第24号 | 国産ターボ冷凍機の量産原型となった遠心式冷凍機 | 建築設備部門の技術および設備関連情報とそれらを建物に収めてきた技術を次世代に伝えるとともに、建築設備の「技術」、「役割」「文化」を多くの方々に広めていく事を目的にしており、建築設備における空調、衛生、電気、搬送の4 領域に関する技術と技術者の歴史的な足跡を示す事物・資料であり、建築設備技術の進歩、発展において重要な成果を示したもの、また、生活、経済、社会、地球環境、技術教育に貢献した、または当時を反映する建築設備技術をいう。 |

| | | | |
|---|---------------|--|--|
| <div><div></div>電気技術顕彰(でんきの礎)</div> | | <div><div></div>社団法人 電気学会</div> | |
| 2008年 | 第1回登録 | インバータエアコン <p>業務用:1980年12月発売 RAV-46HTY 家庭用:1981年12月発売 RAS-225PKHV</p> | 電気技術の顕彰制度『でんきの礎』は、「21世紀においても持続可能な社会」を考える上で、20世紀に大きな進歩を見せ、「社会生活に大きな貢献を果たした電気技術」を振り返り、その中でも特に価値のあるものを顕彰することによって、その功績をたたえるものである。これによって、その価値を広く世の中に周知し、多くの人々に電気技術のすばらしさ、おもしろさを知ってもらい、今後の電気技術の発展に寄与させることを目的とする。 |

| | | | |
|---|---------------|---|--|
| <div><div></div>市村産業賞</div> | | <div><div></div>公益財団法人 市村清新技術財団(2018年3月以前 公益財団法人新技術開発財団)</div> | |
| 1983年 | 貢献賞 | インバータ搭載能力比例制御冷暖房エアコンの開発 <p>家庭用:1981年12月発売 RAS-225PKHV</p> | 市村清氏の昭和38年4月29日紺綬褒章受章を記念して創設した表彰制度で、わが国の科学技術の進歩、産業の発展に顕著な成果をあげ、産業分野あるいは学術分野の進展に多大な貢献をされた個人またはグループを表彰する。時代に即して表彰対象を広げており、近年では地球温暖化防止・対策に関する技術分野の顕著な業績に対して市村地球環境産業賞、市村地球環境学術として表彰するなどしている。 |

| | | | |
|---|-----------------------------|--|--|
| <div><div></div>省エネ大賞</div> | | <div><div></div>一般財団法人 省エネルギーセンター</div> | |
| 2020年度 | 経済産業大臣賞(製品・ビジネス部門) | 東芝キヤリア(株) | ビル用マルチ空調システム「スーパーマルチu」シリーズ |
| 2019年度 | 省エネルギーセンター会長賞(製品・ビジネス部門) | 東芝キヤリア(株) | 大形冷凍機「PROCOOL」 |
| 2018年度 | 経済産業大臣賞(製品・ビジネス部門) | 東芝キヤリア(株) | スポット・ゾーン空調システム「FLEXAIR」 |
| 2017年度 | 資源エネルギー庁長官賞(製品・ビジネスモデル部門) | 東芝キヤリア(株)　東北電力(株)殿 | ユニバーサルスマートX「EDGEシリーズ」 |
| 2016年度 | 省エネルギーセンター会長賞(製品・ビジネスモデル部門) | 東芝キヤリア(株)　中部電力(株)殿 | 店舗・オフィス用エアコン「スーパーパワーエコゴールド P224・P280形」 |
| 2015年度 | 省エネルギーセンター会長賞(製品・ビジネスモデル部門) | 東芝キヤリア(株) | 省エネと付加価値向上を可能にした熱源機「ユニバーサルスマートX 3シリーズ」 |
| 2014年度 | 省エネルギーセンター会長賞(製品・ビジネスモデル部門) | 東芝キヤリア(株) | 家庭用エコキュート「ESTIAプレミアムモデル」 |
| 2011年度 | 経済産業大臣賞(製品・ビジネスモデル部門) | 東芝キヤリア(株) | 熱源機「ユニバーサルスマートX」RUA-SP24他基本型式全3機種のご合せ |

| | | | |
|--------|----------------------|--|---|
| 2008年度 | 経済産業大臣賞(業務部門) | 東芝キヤリア(株) | 店舗・オフィス用エアコン「スーパーパワーエコ キューブ シリーズ」ROA-AP1125HS/AIU-AP1125H他全15機種 |
| | 省エネルギーセンター会長賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株) | 東芝ルームエアコン「大清快」RAS-221PDR RAS-251PDR RAS-281PDR RAS-402PDR |
| 2007年度 | 資源エネルギー庁長官賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株) | 東芝ルームエアコン「大清快」RAS-402BDR/RAS-402BADR |
| | 省エネルギーセンター会長賞(業務部門) | 東芝キヤリア(株)　東京電力(株)殿 | 業務用ヒートポンプ給湯システムほっとパワーエコ　ウルトラBIG |
| 2006年度 | 経済産業大臣賞(業務用部門) | 東芝キヤリア空調システムズ(株)　東芝キヤリア(株) 東洋キヤリア工業(株) | 業務用冷凍・空調機器スーパーフレックスモジュールチラー「RUA-TBPシリーズ」 |
| | 省エネルギーセンター会長賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | 冷凍機(コンデンシングユニット)「屋外設置インバータ冷凍機」TAM130AM～SV TAM200AM-SV TAM350AM-SV |
| 2005年度 | 省エネルギーセンター会長賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | インバーター搭載オープンショーカーケース「SH-321DJシリーズ、SF-321DJシリーズ」SF-321DJS 他全19機種 |
| 2004年度 | 資源エネルギー庁長官賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | 業務用貯湯式ヒートポンプ給湯機「ほっとパワーエコ　BIG」HW801T3, HW801T4, HW801T5, HW1401T3, HW1401T4, HW1401T5, HW1401S11,HW1401S17 |
| 2003年度 | 資源エネルギー庁長官賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株) | 冷房・暖房兼用スプリット形ルームエアコン「大清快シリーズ」RAS-225NDR, RAS-255NDR, RAS-285NDR, RAS-365NDR, RAS-405NDR, RAS-225NDRX, RAS-285NDRX |
| | 資源エネルギー庁長官賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株)　中部電力(株)殿 | ビル用マルチエアコン「スーパーモジュールマルチ」MMY-MAP1401H～MMY-AP13501Hの28種類 |
| | 省エネルギーセンター会長賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株)　積水ハウス(株)殿 | ハイブリッド換気システムIII　VSY-20S |

| | | | |
|--------|----------------------|--|--|
| 2002年度 | 資源エネルギー庁長官賞(業務用部門) | アドバンスト空調開発センター(株)　東芝キヤリア(株) 三洋電機空調(株)殿 | 業務用エアコンデシオ「new スーパーパワーエコシリーズ」AIU-P112JH/ROA-P112JHS, AIU-P140IH/ROA-P140HS, AIU-P160IH/ROA-P160HS「スーパーエシオIIシリーズ」SPW-SRP112A/SPW-CHRVP112A, SPW-SRP140A/SPW-CHRPV140A, SPW-SRP160A/SPW-CHRPV160A |
| 2001年度 | 資源エネルギー庁長官賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | 店舗・オフィス用エアコン「スーパーパワーエコ　BIGシリーズ」ROB-P2240HS,ROB-P2800HS |
| | 省エネルギーセンター会長賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株) | レンジフードファンによるLDK換気システム(インバータ搭載自動運転シリーズ)Nタイプ・YタイプVFR-63NAK,VFR-63NK,VFR-73NAK,VFR-73NK,VFR-93NAK,VFR-93NK,VFR-93YAK,VFR-93YK |
| 2000年度 | 資源エネルギー庁長官賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | 業務エアコン用圧縮機「インバータ駆動DCロータリーコンプレッサシリーズ」DA220A2,DA420A3 |
| | 省エネルギーセンター会長賞(業務用部門) | 東芝キヤリア(株) | 業務用エアコンデシオ「new スーパーパワーエコシリーズ」AIU-P500H/ROA-P500HS, J AIU-P630H/ROA-P630HS, J AIU-P800H/ROA-P800HS, J AIU-P1120H/ROA-P1120HS AIU-P1400H/ROA-P1400HS AIU-P1600H/ROA-P1600HS |
| 1999年度 | 通商産業大臣賞(家庭用部門) | 東芝キヤリア(株) | 新インバータ駆動コンプレッサシステム及び搭載機種ルームエアコン「大清快」シリーズ(コンプレッサ)DA89X1F-20D,DA91A1F-20F,DA91A1F-44F,DA130A1F-23F　(インバータ)IPDU-251シリーズ,IPDU-402シリーズ(ルームエアコン)RAS-225VDR/YADR,RAS-255VDR/YADR,RAS-285VDR/YADR,RAS-325VDR/YADR,RAS-406VDR/YADR,RAS-506VDR/YADR～506VDR |
| 1998年度 | 通商産業大臣賞(家庭用部門) | (株)東芝 | スプリット型ルームエアコン「大清快」シリーズRAS-285LDRシリーズRAS-225LDR,RAS-255LDR,RAS-285LDR,RAS-406LDR |

※1997年以前は「省エネ大賞」の前身「省エネハンガード21」による表彰

| | | | |
|--------|----------------------------------|-------|---|
| 1996年度 | (省エネハンガード21)省エネルギーセンター会長賞(業務用部門) | (株)東芝 | 業務用パッケージエアコン AIU-J1406HG/ROA-J1404HT(カスタムエアコン) |
| 1995年度 | (省エネハンガード21)省エネルギーセンター会長賞(家庭用部門) | (株)東芝 | 家庭用冷房・暖房兼用スプリット形ルームエアコン「電気上手」RAS-251GD/281GD |
| 1994年度 | (省エネハンガード21)省エネルギーセンター会長賞(家庭用部門) | (株)東芝 | 家庭用冷房・暖房兼用スプリット形ルームエアコン「電気上手なエアコン」RAS-251ED/281ED |
| 1993年度 | (省エネハンガード21)通商産業大臣賞 | (株)東芝 | 家庭用冷房・暖房兼用スプリット形ルームエアコン「TWIN DD」RAS-251NTD/281NTD |

| | | | |
|---|--|--|---|
| <div><div></div>日本冷凍空調学会表彰「技術賞」</div> | | <div><div></div>公益社団法人 日本冷凍空調学会</div> | |
| 2017年 | 大容量高効率ロータリー圧縮機「1000A4シリーズ」 | 2002年 | 東芝ノンフロン冷蔵庫((株)東芝 家電機器社) |
| 2015年 | 空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機「ユニバーサルスマートX(3シリーズ)」 | 1999年 | 家庭用新冷媒ルームエアコン「大清快」RAS-285LDRシリーズの開発 <p>ツイン冷却インバータ冷凍冷蔵庫((株)東芝 家電機器社)</p> |
| 2011年 | 空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機「ユニバーサルスマートX」 | 1992年 | 能力分配2室「システムマルチエアコン」 |
| 2009年 | 家庭用デュアルコンプレッサ | 1987年 | インバータマルチシステム空調機「スーパーマルチ」 |
| 2005年 | 業務用高効率ヒートポンプ給湯機「ほっとパワーエコBIG」(東京電力(株)殿との共同受賞) | 1982年 | 東芝インバータ搭載能力比例制御ルームエアコン |
| 2004年 | 高効率ビル用マルチエアコン「スーパーモジュールマルチ」(中部電力(株)殿との共同受賞) | | |

| | | | |
|--|-----------------------|--|----------------|
| <div><div></div>日本機械学会賞「技術賞」</div> | | <div><div></div>一般社団法人 日本機械学会</div> | |
| 2012年 | 高効率可変気筒ロータリーコンプレッサの開発 | 1995年 | 省エネルギー型エアコンの開発 |
| 2000年 | ヘリカルコンプの開発、商品化 | | |

| | | | |
|--|--------------------------|--|-------------------------------------|
| <div><div></div>電気学術振興賞「進歩賞」</div> | | <div><div></div>一般社団法人 電気学会</div> | |
| 2019年 | 空調用低損失昇圧チョッパ回路の開発と実用化 | 2002年 | エアコンにおけるDCブラシレス圧縮機駆動用ベクトル制御インバータの開発 |
| 2008年 | エアコン用高効率インバータ装置の開発と実用化 | 2000年 | 部分スイッチング方式によるエアコン用高効率インバータの開発 |
| 2005年 | モジュール型ベクトル制御インバータの開発と実用化 | | |

| | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <div><div></div>電気科学技術奨励賞</div> | | <div><div></div>財団法人 電気科学技術奨励会</div> | |
| 2016年 | 空冷ヒートポンプ式熱源機におけるPWMコンバータの開発と実用化 | 2006年 | 空冷ヒートポンプ式熱源機におけるPWMコンバータの開発と実用化 |
| 2013年 | 循環加温式高温ヒートポンプ(CAONS)における制御装置の開発と実用化 | 2004年 | 循環加温式高温ヒートポンプ(CAONS)における制御装置の開発と実用化 |
| 2011年 | 空冷ヒートポンプ式熱源機におけるインバータシステムの開発と実用化 | 2003年 | 空冷ヒートポンプ式熱源機におけるインバータシステムの開発と実用化 |
| 2009年 | リビングエアコン用高効率インバータの開発と実用化 | | |

| | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|
| <div><div></div>海外評価</div> | | | |
| 2017年 | H&V news AWARDS 2017 | SHRM-e | 英国 |
| 2015年 | Energy Winner Award | USX2 | 韓国消費者市民団体 |
| 2011年 | Energy Winner Award | SMMS-i & Air2Air Heat Exchangers with　DX coil | 韓国消費者市民団体 |
| 2010年 | Best Energy Saving - HVAC Brand Award | SUPER MODULAR MULTI SYSTEM | 中国 |
| 2009年 | Energy Winner Award | SUPER MODULAR MULTI SYSTEM | 韓国消費者市民団体 |

Inverter Air Conditioners, 1980-1981

インバータエアコン 1980-1981

■ IEEEマイルストーンに認定された技術



Toshiba developed and mass-produced the world's first split-type air conditioners with inverter-driven compressors for commercial and residential applications in 1980 and 1981, respectively. Compact and robust inverters using power electronics technologies allowed variable-speed control of the compressors for optimized air-conditioning operations, with significantly improved comfort and energy efficiency. These innovations led to widespread use of inverter air conditioners across the world.

(和訳) 東芝は、世界で初めてスプリット型インバータエアコンを開発・量産(業務用1980年, 家庭用1981年)した。パワエレ技術を駆使したコンパクトで、且つ強力なインバータユニットにより、コンプレッサの可変速制御が可能となり、空調を最適化して快適性およびエネルギー効率の大幅な向上を実現。これらの革新により、インバータエアコンは世界中に普及した。

■ 贈呈記念式典(主催:IEEE名古屋支部)

2020年9月、当社(注1)が世界で初めて(注2)開発、量産を行った業務用および家庭用インバータエアコン(スプリットタイプ)が、世界最大の電気・電子関係の学会であるIEEEから「IEEEマイルストーン」に認定されました。それを受けて、2021年3月16日にIEEE名古屋支部主催による贈呈記念式典が、富士事業所にて開催されました。

「IEEEマイルストーン」は2020年3月時点で約209件が認定・贈呈式を終えていますが、当社製品がその仲間入りを果たしたことになり、空調業界では初の認定となりました。また、同日、往年の技術者を招いて開催されたパネルディスカッションはリモート配信され、会場と合わせて100名弱が聴講し(注3)、活況を呈しました。

(注1)当時の東京芝浦電気株式会社(東芝)。その後、東芝空調部門は、1999年東芝キャリア株式会社設立に伴い、同社に事業移管され現在に至る。

(注2)2020年11月時点。当社調べ。

(注3)当日はコロナ禍で贈呈式会場への入室規制が敷かれ、パネルディスカッション様子はリモート配信された。

IEEE 前年度会長
福田 敏男 様TCC社長
久保 徹

左からファシリテータ長澤さん、登壇者の温品さん、養さん、OB 尾駒さん、

OB 新聞さん、OB 杉浦さん、OB 井出さん

■ 世界初スプリット型インバータエアコンの歴史的業績

それまでのエアコンは、商用電源周波数(50Hzまたは60Hz)の一定速度でコンプレッサを運転しており、目標設定温度を基準にコンプレッサのオン/オフを繰り返すため、部屋の温度むらが大きくなり、消費電力も大きいことが課題でした。そこで当社は、パワーエレクトロニクス技術およびマイクロコンピュータ制御によりインバータの大幅な小型化・軽量化を実現しながら、コンプレッサを可変速度にて運転させ冷暖房能力を細やかに調整できるインバータエアコンを開発しました。これにより、高い快適性とエネルギー効率の大幅な向上を実現することができ、インバータエアコンは国内のみでなく世界中に幅広く普及していきました。

e-THIRDが2020年(令和2年)1月に竣工、5月に正式稼働したのを記念して、東芝キャリアの技術史をまとめることになりました。

編纂にあたって、まず初めに、これをあらゆるシーンで活用していただけるよう社外公開も想定した総花的なコンテンツにする一方、本編の編集は『これまでの技術を振り返り、未来への展望を示すことで、次代を紡ぐ技術者へ向けたメッセージとする。』とし、技術者の意識高揚や開発DNAの継承に資する事を第一義と決めました。

そこで、本編の初物語などでは、まるでシニア世代が現役技術者に昔を語りながら、エールを送るような構成にしています。今回、取材する過程で知り得た当時の一つ一つの開発の熱と量は膨大でしたが、敢えて『開発に成功した』の7文字で済ませています。そこにフォーカスする事も考えましたが、当時と今日では社会状況も開発状況も違えば、何よりも今回は物語を通して『今のそしてこれからの技術者に残したいもの何か』というメッセージを語りたいとの思いがあり、それらの鬼気迫る熱い物語はまた別の機会に譲る事にさせていただきました。

最後になりましたが、技術史発行に際して、あたたかいご支援、ご協力をいただいた諸先輩方をはじめ、関係部門のみなさん、さらに原稿をお寄せいただきました方々に心からお礼を申し上げます。

令和3年3月

引用文献並びに資料

- 「冷凍空調技術史」(東京芝浦電気株式会社)
- 「東芝富士工場50周年記念誌」(株式会社東芝 富士事業所)
- 「東洋キャリア創立70周年記念誌」(東洋キャリア工業株式会社)
- 「社会・環境報告書」(東芝キャリア株式会社)
- 「カスタムだいすき」(東芝キャリア株式会社)

参考文献

- 「ヒートポンプの実用性能と可能性」(社団法人日本冷凍空調工業会編)
- 「平成17年度特許出願技術動向調査報告書」(特許庁) など

東芝キャリア技術史製作委員

| | |
|-------|--------|
| 製作責任 | 内藤 真吾 |
| 製作委員長 | 奥田 健志 |
| 技術監修 | 本郷 一郎 |
| 委員 | 長澤 敦氏 |
| 〃 | 小山 美登志 |
| 〃 | 井場 功 |
| 〃 | 埜林 秀光 |
| 〃 | 養 義仁 |
| 〃 | 温品 治信 |
| 〃 | 川辺 功 |

東芝キャリア技術史 2021年3月24日発行

| | |
|----|------------------------|
| 発行 | 東芝キャリア株式会社 技術統括部 技術企画部 |
| 編集 | 東芝キャリア技術史製作委員会 |
| 製作 | 株式会社 マインズ |