HITACHI
Inspire the Next

電動化に向けた取り組みと航空機産業に対する期待

2018年 12月 21日

株式会社日立製作所
研究開発グループ

中津 欣也

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

Contents

1. 社会課題
2. 電動化分野の技術動向
3. 航空機電動化に向けた期待
4. まとめ

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

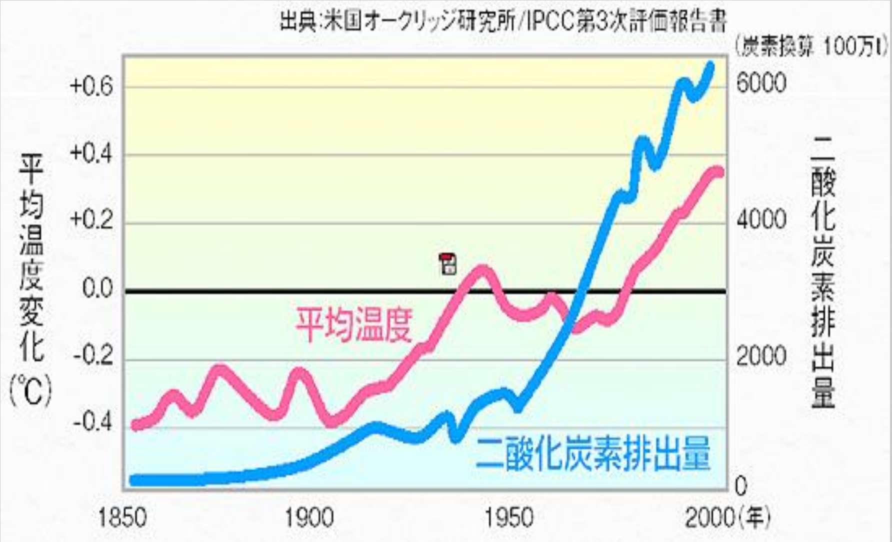
Contents

1. 社会課題
2. 電動化分野の技術動向
3. 航空機電動化に向けた期待
4. まとめ

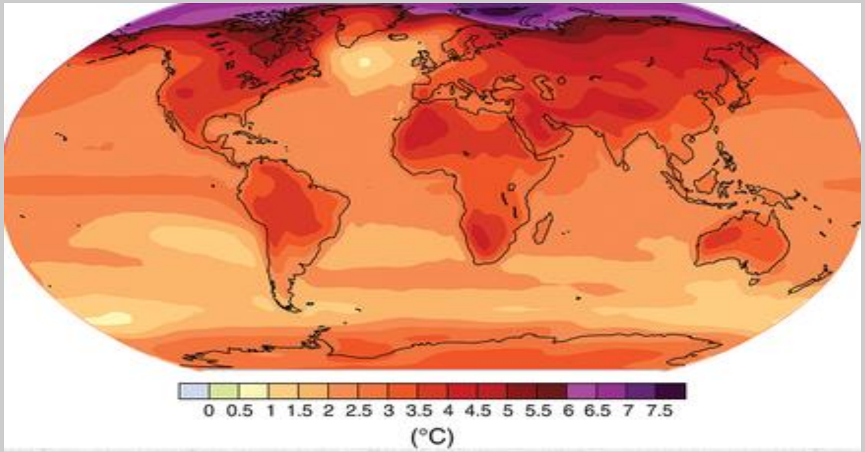
© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

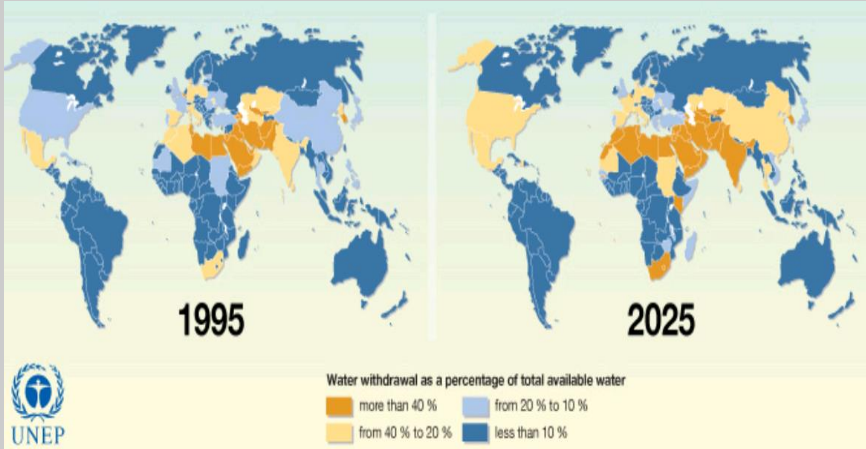
1. 社会課題

二酸化炭素排出量



地球温暖化(変化予想2010-2100年)





持続可能な社会に向けて低炭素社会への移行が急務

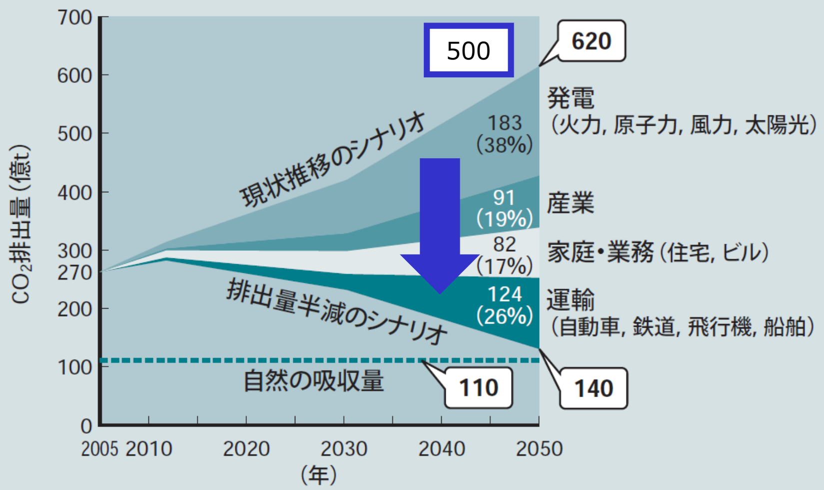
参考文献:オークリッジ研究所Webサイト, IMF World Economic Outlook UNEP, 国連環境計画

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

2. SDGs/Society5.0の推進に向けた取組み

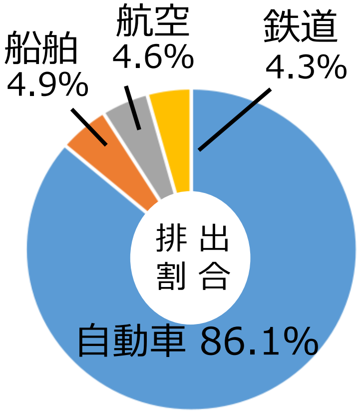
HITACHI
Inspire the Next

課　題：　CO_2排出量低減



事業分野	これまでの取り組み	これからの取り組み例
発　電	再エネ 原子力	再エネ拡大 利活用
産　業	省エネ 機器導入	IoT活用 省エネ最適化
家　庭 業　務	節電 LED化	電池,PV活用 EVリサイクル
輸　送	低燃費 HEV化	電動システムの普及

輸送：124億t削減



分野	目標概算 (削減量:億トン)	取り組み方針
農　業	1	電動化,自動化,再エネ利活用
建　機	5	電池利活用
鉄　道	6	省エネ最適化,電池利活用
航空機	7	電動化＆空飛ぶクルマの導入
船　舶	7	充電VC構築(洋上PV/風力他)
自動車	104	EV拡大,充電VC&再エネ利活用

電動化の共通課題

(1)小型軽量低コスト
- ・ｲﾝﾊﾞｰﾀ(小型、高信頼)
- ・モータ(高効率、軽量化)
- ・電池(高容量,長寿命)

(2)電力安定供給
- ・再エネ利活用拡大
- ・蓄電/発電(分散、マルチソースの制御)

参考文献：国土交通省HP
EV: Electric Vehicle,　HEV : Hybrid Electric Vehicle, VC : Value Chain, PV: PhotoVoltaics, SDGs: Sustainable Development Goals

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

3. 日立グループの環境対応事業

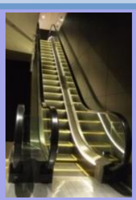
HITACHI
Inspire the Next

電動化システムの拡大と高効率で豊かなエネルギーVCの構築を推進

乗用車　バス　トラック

- EV/PHV
- ターンキーPF
- 充電VCサービス

鉄道　ビルシステム



- 高速鉄道
- ファシリティ制御
- 保守サービス

建設機械

- 電動ショベル、ダンプ
- 運用、保守サービス

航空機

- 垂直離着陸機（屋上など）
- PF、保守サービス

船　舶

- 海上充電（PV、風力、海洋温度差発電他）サービス

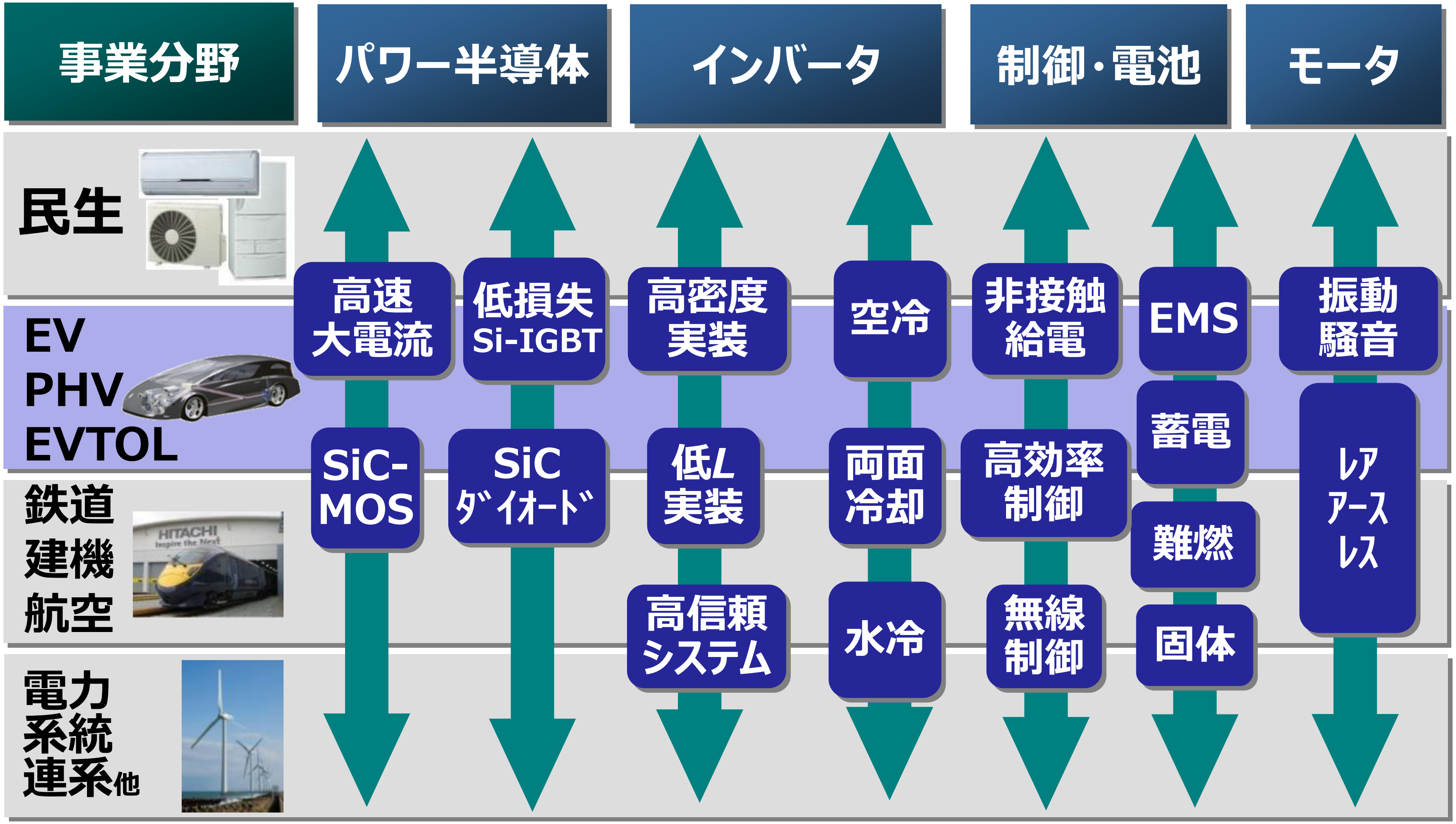
農　業

- 電動農耕機器
- 自動耕作サービス

PHV: Plug-in Hybrid Vehicle, PF: Platform, S : Station

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

4. 電動化コア技術マップ



参考文献：中津，車載用パワーエレクトロニクスの最新技術，日本自動車技術会，2013年度シンポジューム，No09-12

SiC : :Silicon Carbide , MOS : Metal Oxide Semiconductor , IGBT : Insulated Gate Bipolor Transistor, EVTOL: Electric vertical takeoff and landing

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

Contents

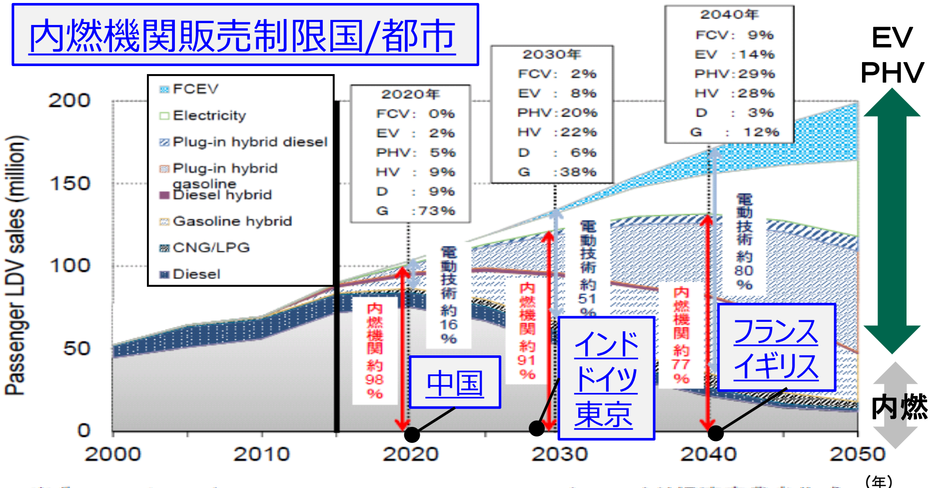
1. 社会課題
2. 電動化分野の技術動向
3. 航空機電動化に向けた期待
4. まとめ

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

5. EV化に向けた課題と動向

HITACHI
Inspire the Next

EV普及に向けたシナリオ



出典：IEA／ ETP（Energy Technology Perspectives）2012より経済産業省作成

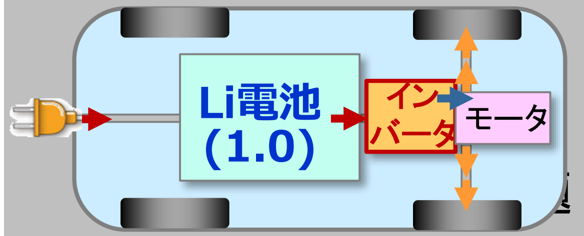
EV普及を促進する提供価値と技術課題

	ドライバに必要な価値	カーメーカ要求	開発課題
1	航続距離拡大(500km)	電池搭載スペースの確保	どこでも設置可能な小型インバータ、モータ
2	走行性能向上(加速・高速)	高効率化 高出力化	低損失化 高電流密度化
3	充電の不安からの開放提供	急速充電対応 電力安定供給	電池高性能化 電力デリバリ

EV開発の動向

2015年のEV(81万台)

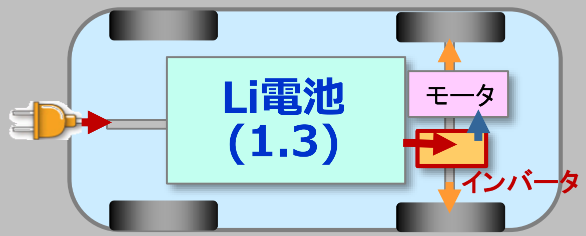
- ✓ 走行距離：250km
- ✓ 車両重量：1.4ton



- ✓ インバータサイズ：30L (出力パワー密度：8W/cc)

2020年のEV(390万台)

- ✓ 走行距離：350km
- ✓ 車両重量：1.6ton

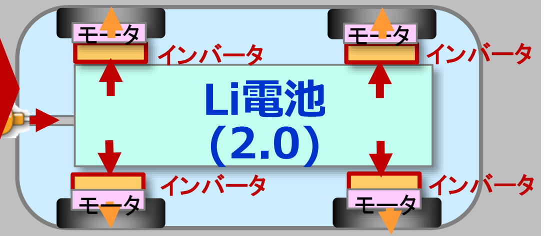


- ✓ インバータサイズ：10L (22W/cc)

小型化
軽量化
高効率
高信頼

2030年のEV(3000万台)

- ✓ 走行距離：500km
- ✓ 車両重量：1.4ton



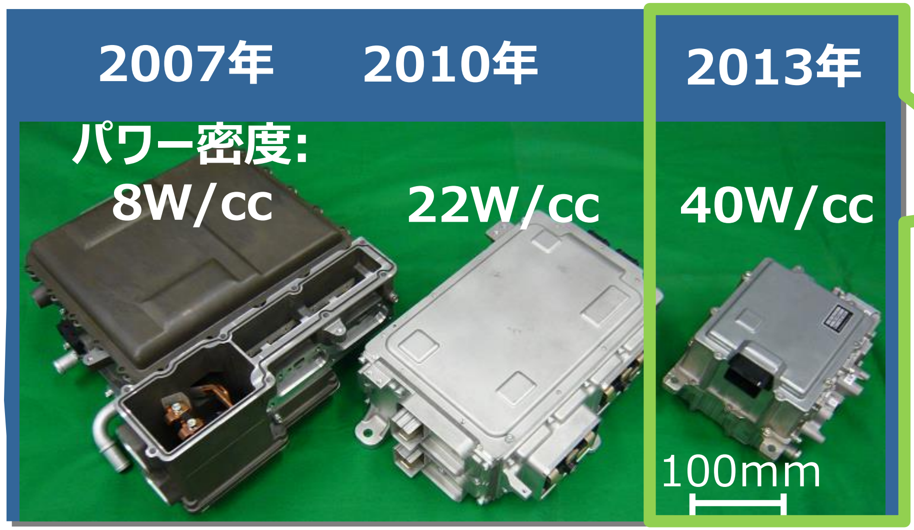
- ✓ インバータサイズ：5L (40W/cc)

参考文献：METI「EV・PHVに関する政府の取組」

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

6. インバータの小型軽量化

大型部品の小型軽量化が進み電池搭載スペースが拡大



開発インバータ（パワー密度：40W/cc）

搭載実績

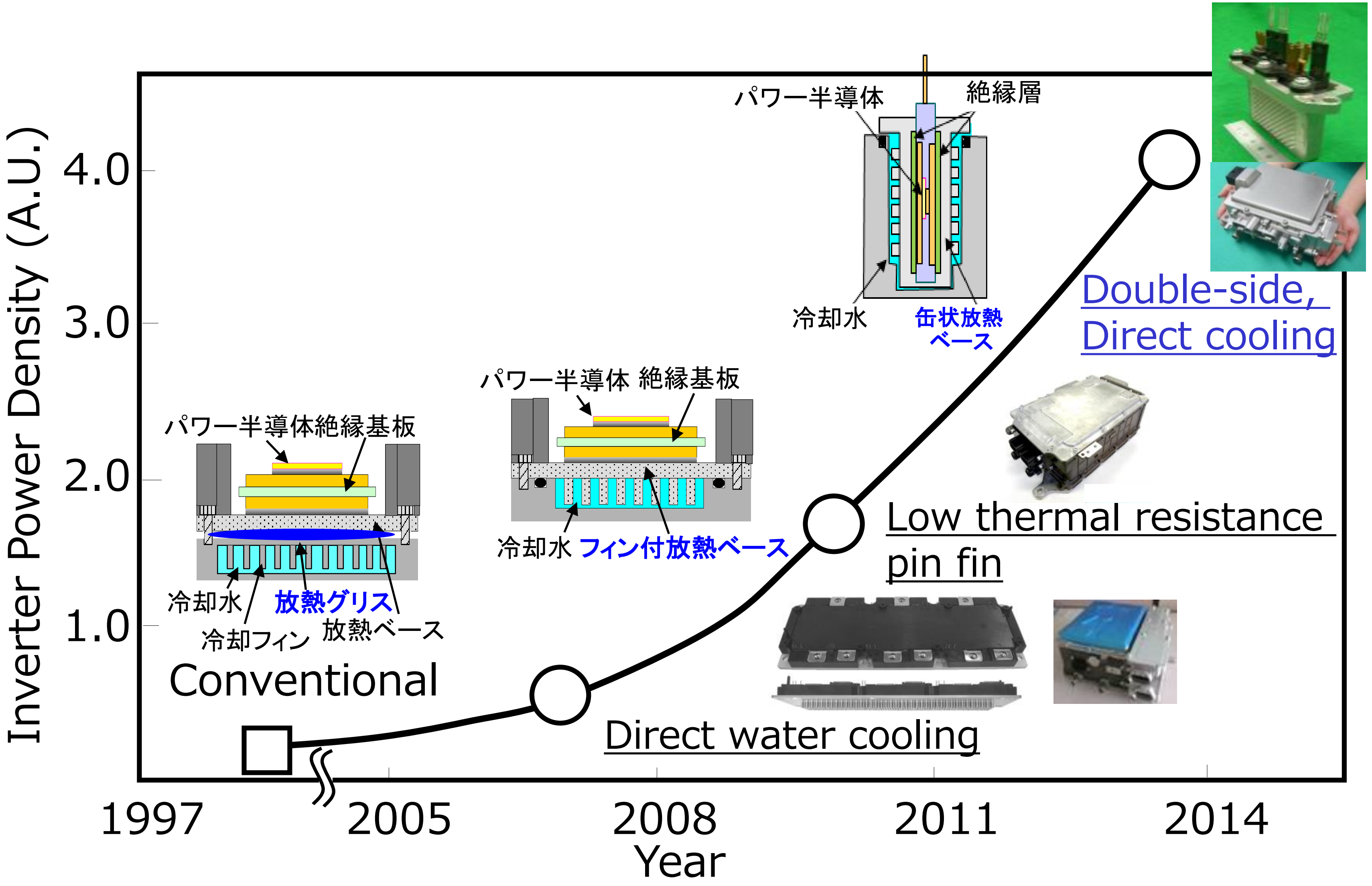
- ■2007年 HEV用インバータ
- ■2010年 PHV用インバータ
- ■2013年 EV用インバータ
- ■2014年 PHV用インバータ
- ■ 2016年 PHV用インバータ

参考文献：木村，環境・安全・情報でグローバル社会に貢献するオートモティブシステム技術，日立評論Vol.95 No.11 756-757

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

7. 小型化を牽引する冷却技術

パワーモジュールの冷却性能向上がインバータの小型軽量化を牽引



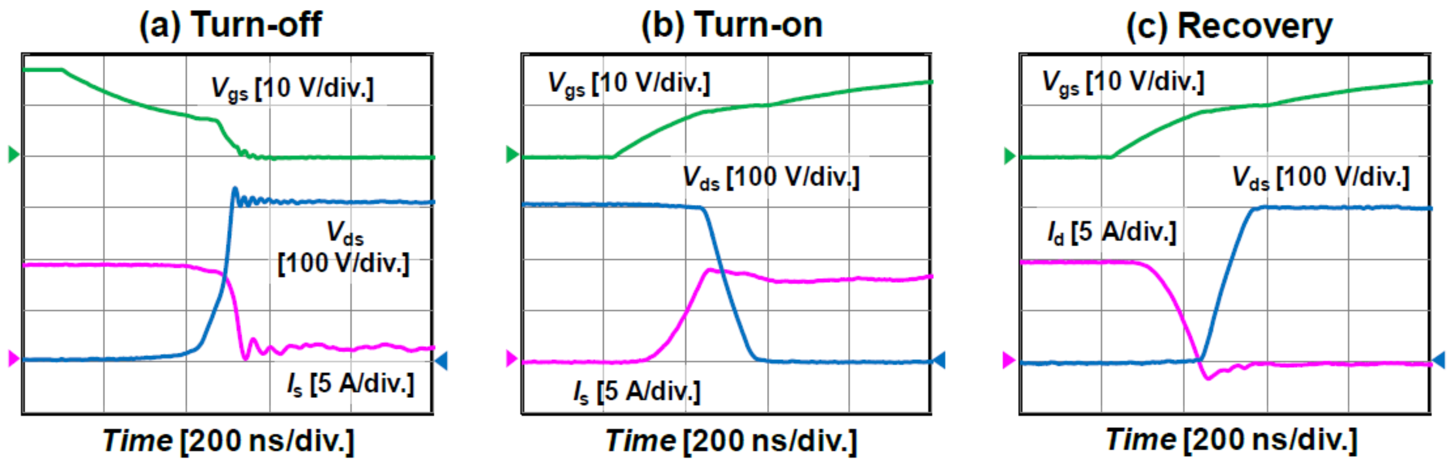
参考文献：木村，環境・安全・情報でグローバル社会に貢献するオートモティブシステム技術，日立評論Vol.95 No.11 756−757

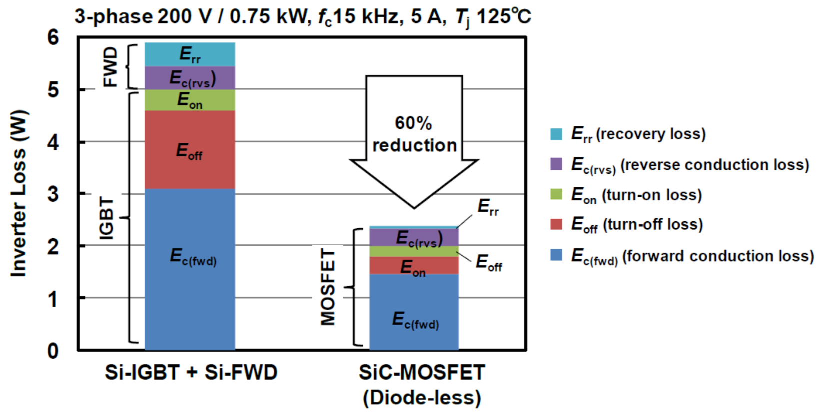
© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

8. 小型軽量化に欠かせない低損失パワー半導体技術

HITACHI
Inspire the Next

損失が少ないSiCにより変換器で発生する発熱を半減、小型化を可能に





<u>ウェハサイズ</u>
・Siパワー半導体　：8～12インチが主流
・SiCパワー半導体：4～6インチが主流

<u>チップサイズ</u>
・Siパワー半導体　：100mm^{2}以上が実用化
・SiCパワー半導体：最大25-50mm^{2}程度が主流

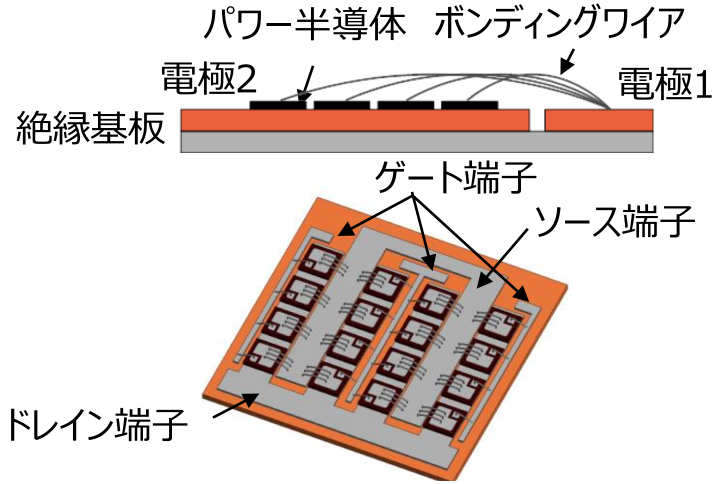
■課題：小さなチップを多数並列接続する必要がある

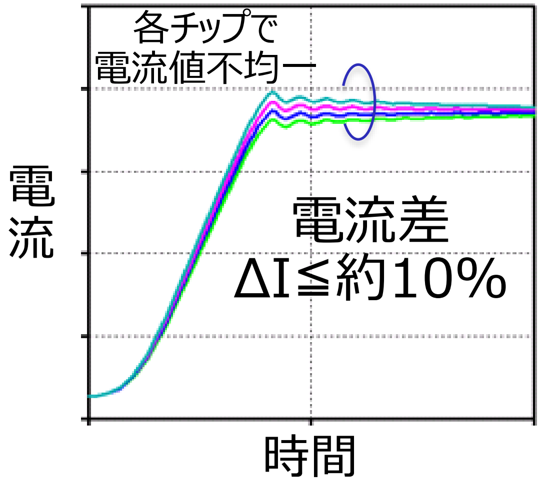
参考文献：Ishigaki, Freewheeling Diode-Less SiC-Inverter with Fast Short-Circuit Protection for Industrial Application, PCIM Europe 2015.

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

9. チップ多並列駆動時の電流均一化技術

■片面実装技術

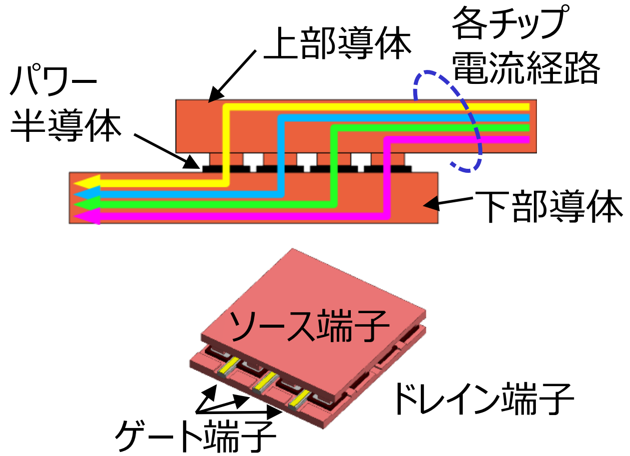


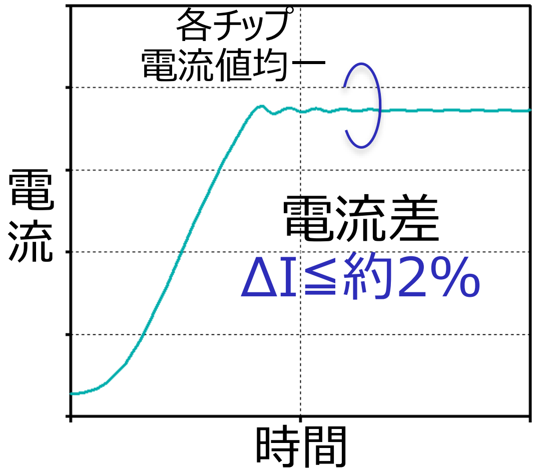


各チップで均等実装（ゲート、主配線部）
ができず電流の不均一が発生

電流差
約1/5倍

■両面実装技術





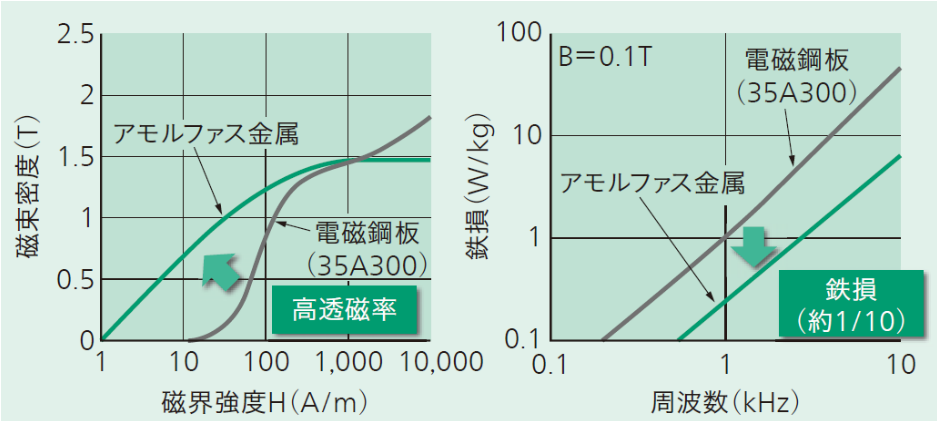
各チップの均一実装技術
（ゲート、主配線部）を開発

参考文献：難波，外：車載用高出力密度インバータ実装技術，平成28年電気学会産業応用部門大会シンポジウム，3-S8-5

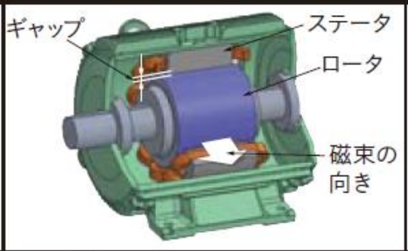
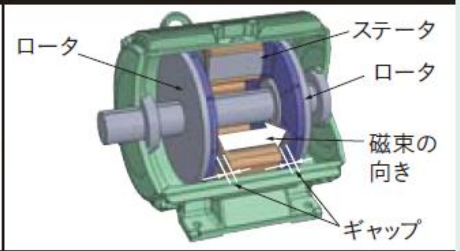
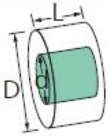
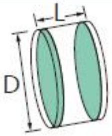
© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

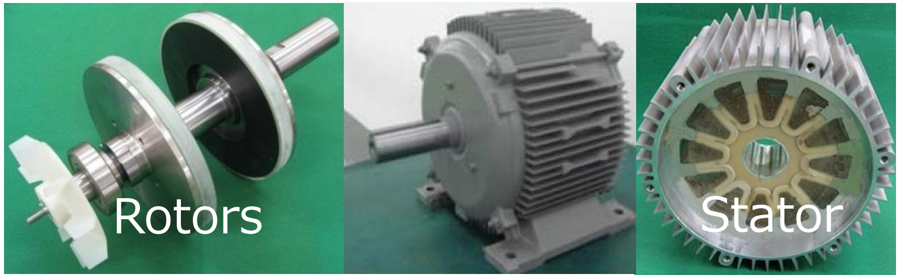
10. 高効率化が進むモータ技術

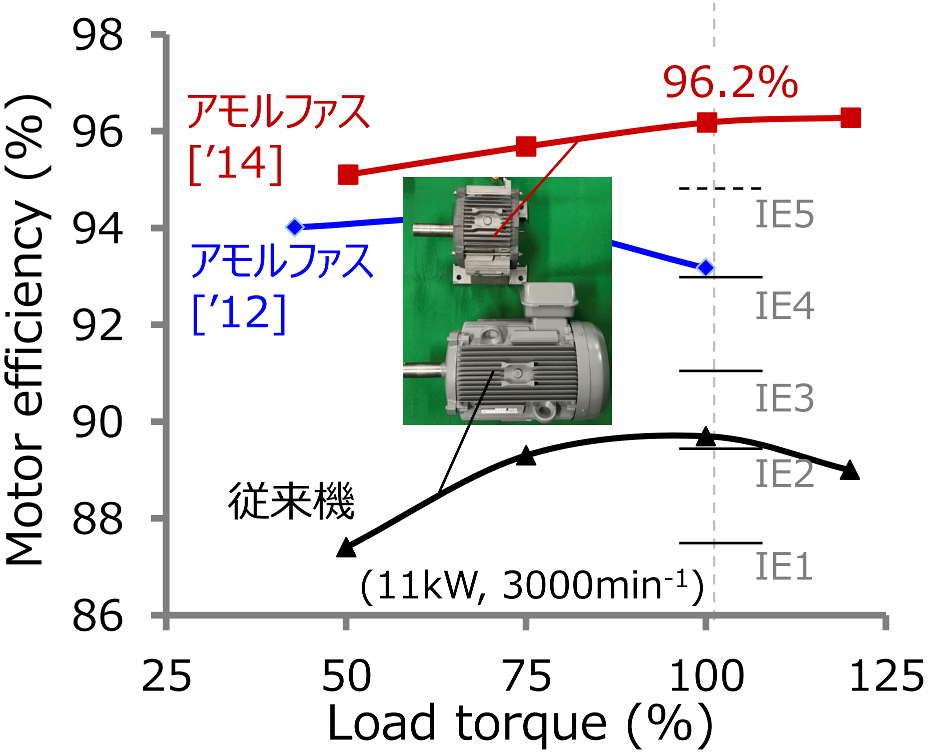
電動システムの損失の多くがモータから生じており、アモルファスなどの磁石を用いることで更なる高効率化が進む



出力∝磁束×電流　　磁束∝磁石の強さ×ギャップ面積

	現行構造(ラジアルギャップ)	開発構造(アキシャルギャップ)
構造		
概念	 ギャップ面積 ＝πdL **体格増が必須**	 ギャップ面積 ＝(1/4)πD²×2 **同一体格で面積拡大**





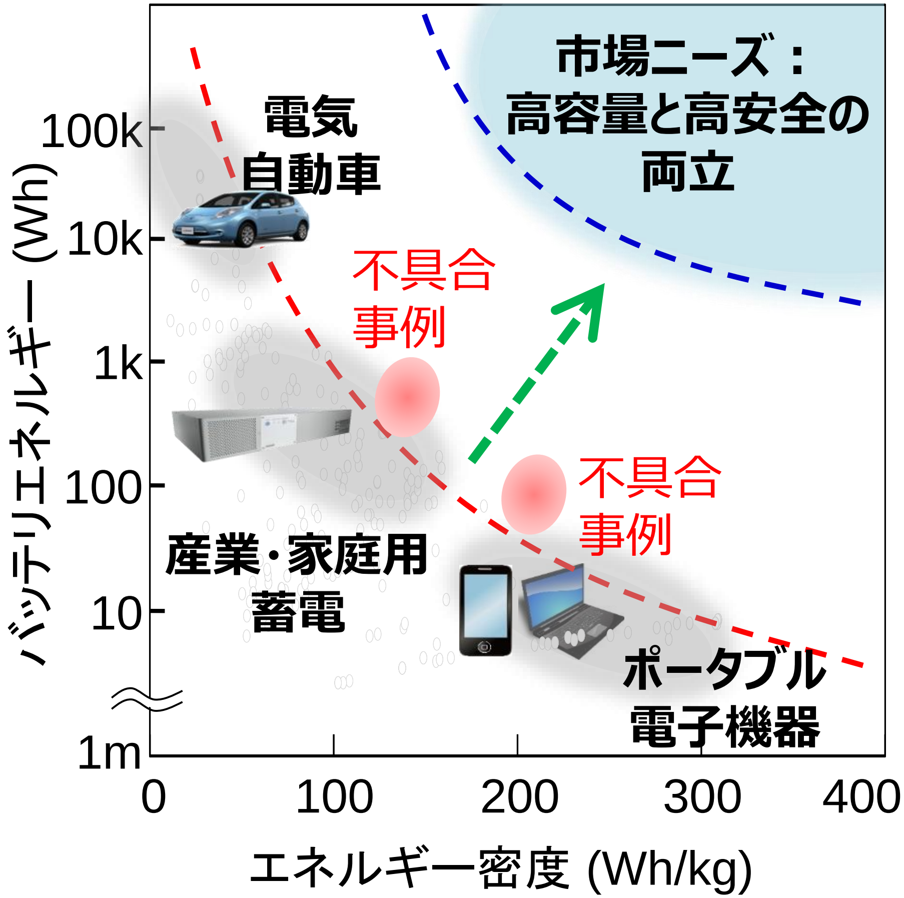
参考文献：榎本，国際高効率規格IE5レベルを達成したアモルファスモータ，日立評論Vol.97 No.06-07 368-369

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

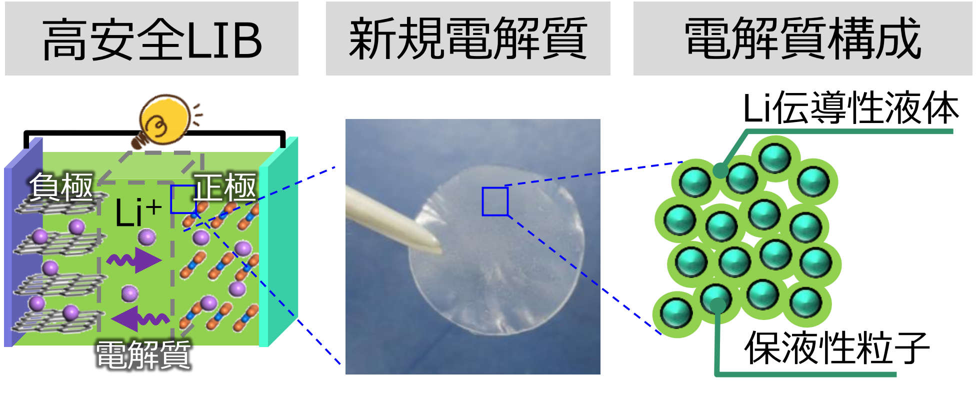
11．高安全電池技術

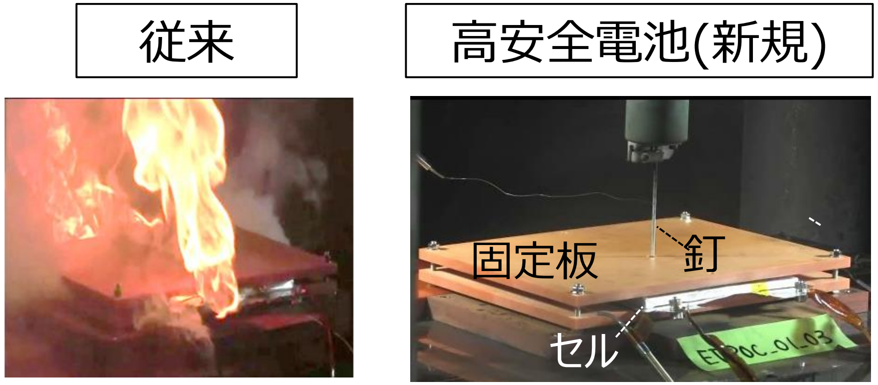
東北大学と連携し、従来の有機電解液よりも燃えにくい新規電解質を用いた高安全電池を試作、釘刺し試験での不燃性を実証

■マーケットトレンド



■高安全技術





釘刺し試験結果

参考文献：日立ニュースリリース，燃えにくい新規電解質を用いた高安全なリチウムイオン二次電池の試作に成功，2018年2月
LIB: Lithium ion battery

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

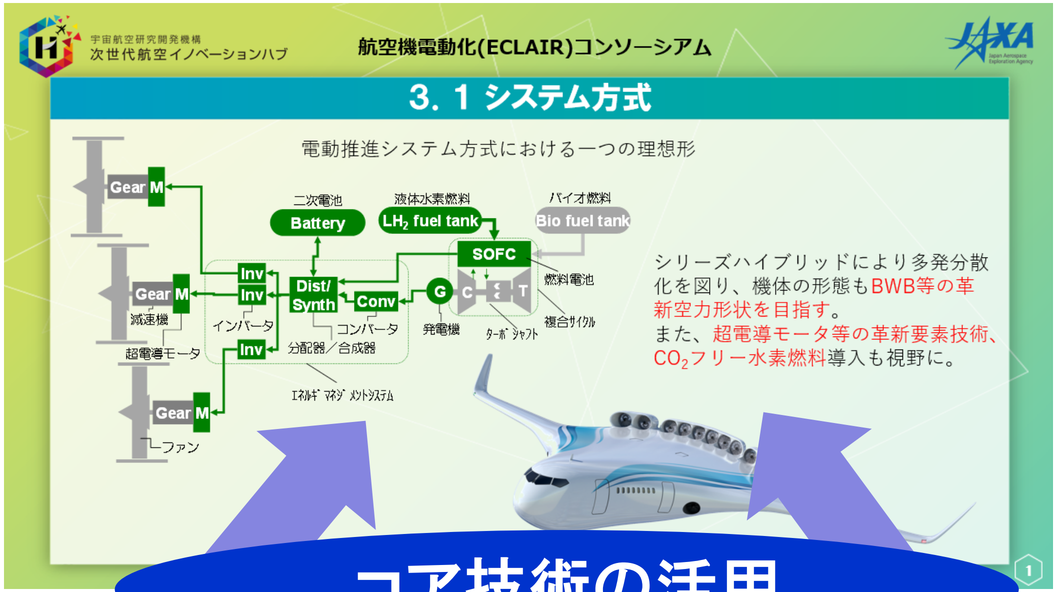
Contents

1. 社会課題
2. 電動化分野の技術動向
3. 航空機電動化に向けた期待
4. まとめ

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

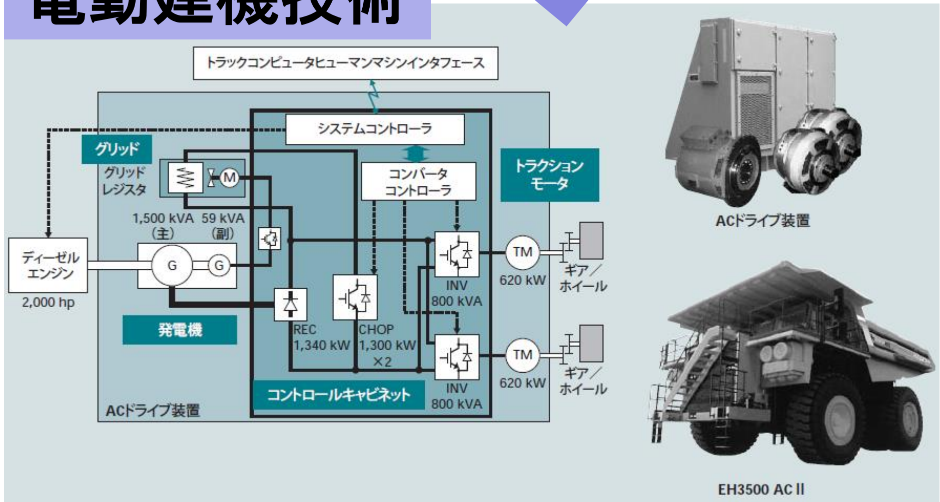
12. 航空機電動化に向けたパワエレ製品の考え方

HITACHI
Inspire the Next

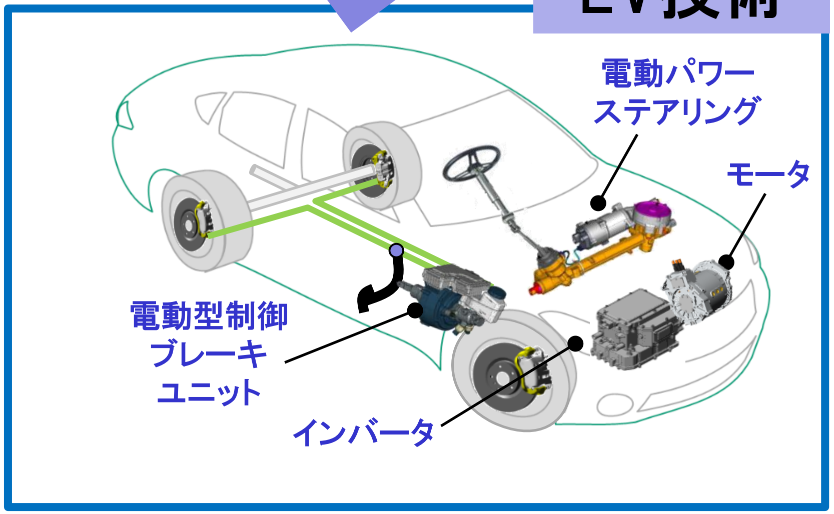


コア技術の活用

電動建機技術



EV技術

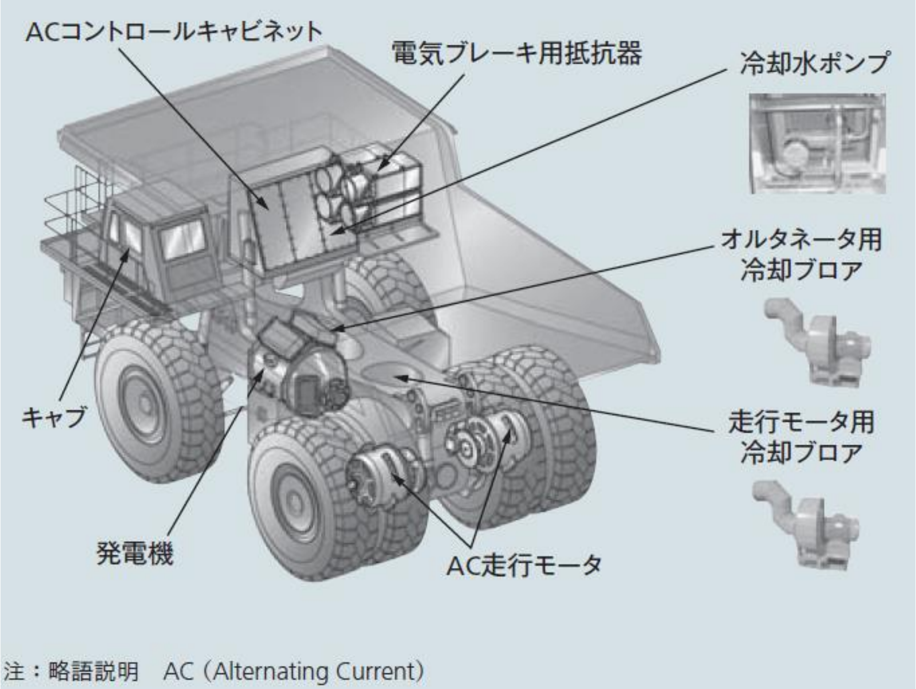


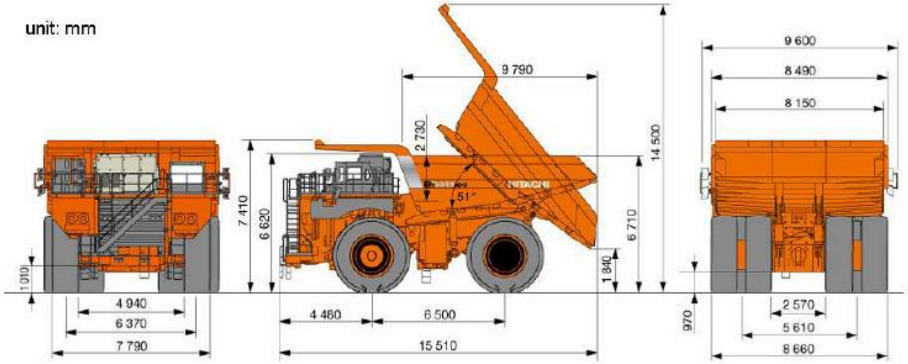
参考文献：今家，鉱山用ダンプトラック向けACドライブ装置の開発，日立評論Vol.90 No.12 1006-1007

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

13. 電動化が進む建設機械システムの外観

従来のディーゼルにはメンテナンス性の改善や効率などで限界が来ていた





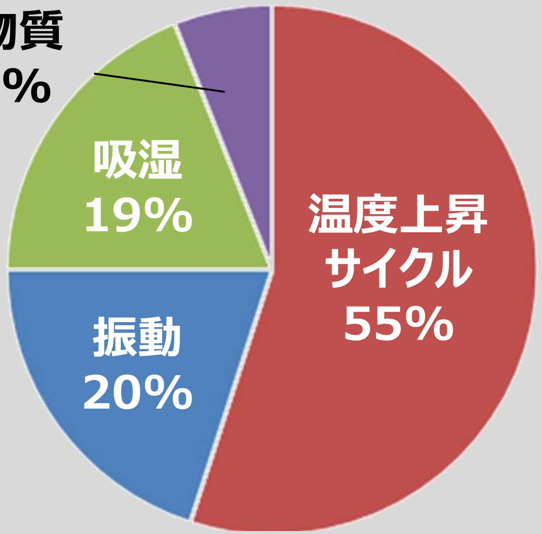
参考文献：宇野，マイニング機械の変遷と電動化における今後の展開，日立評論Vol.94 No.05 378-379

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

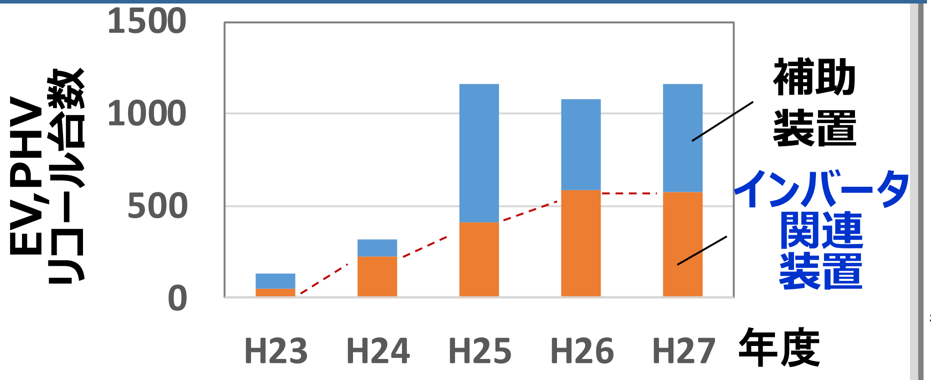
14. 電動化製品の技術課題

HITACHI
Inspire the Next

自動車電装品 故障原因*1

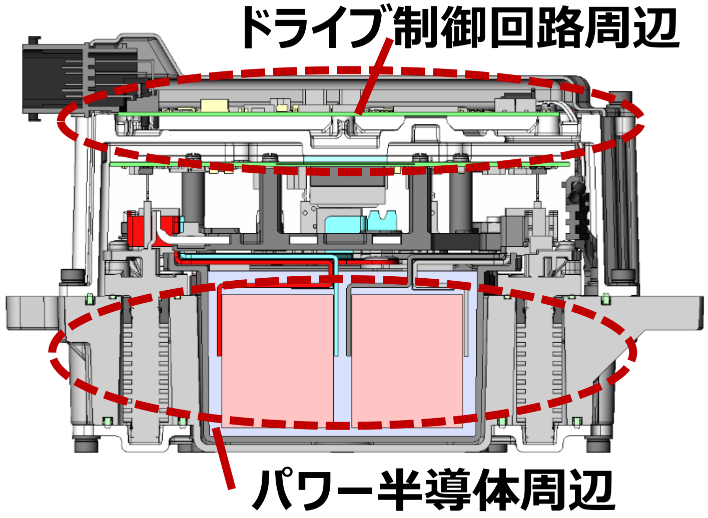


EV,PHV電動装置のリコール*2



鉄道向けの故障原因

故障個所*3
パワー半導体周辺　:28%
ドライブ制御回路周辺:52%
その他　:20%



参考文献*1:"Toward Reliable Power Electronics: Challenges, Design Tools, and Opportunities"
*2: 国土交通省 H29年 "平成27 年度リコール届出内容の分析結果について"
*3:鉄道総合技術研究所公開資料

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

15. 航空機電動化に向けたパワエレアーキテクチャ

HITACHI
Inspire the Next

これまでの高安全技術に加え、電動サブシステムレベルでの保守、冗長性を向上

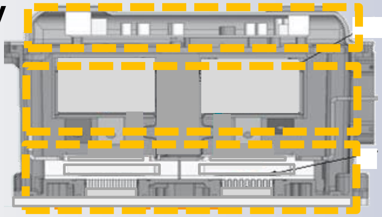
2010 | 2015 | 2020 | 2025

保守性

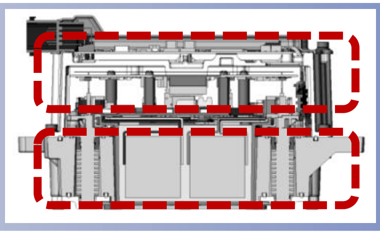
Modules Building blocks

Low Voltage(LV)<1.2kV

3Layer

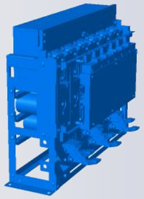


2Layer
Combine capacitor and power module

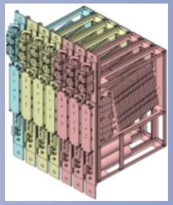


High Voltage(MV)>1.7kV

Single-unit



Multi-unit
Easy assembling and maintenance

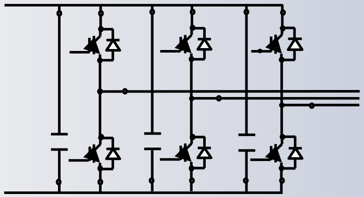


冗長性

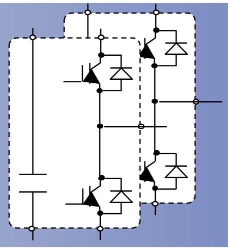
Converter design 100kw to 2MW

Low Voltage(LV)<1.2kV

2-Level

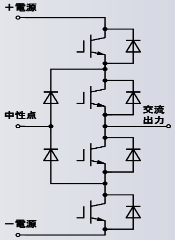


Parallel
Easy repair

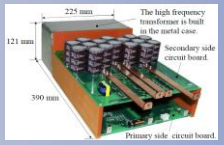


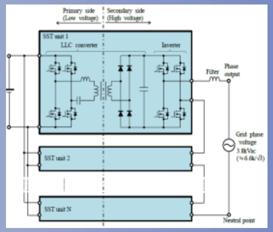
High Voltage(MV)>1.7kV

2 or 3-Level



Series
Easy redundant using LV device and decrease high voltage aria





参考文献：河口，SSTユニットを直列接続したマルチレベル電力変換システム向け基板対向型ユニット構造の開発，
平成29年電学産業応用部門大会【1-106】

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

16. もっと安全で、もっと身近なモビリティを目指して

HITACHI
Inspire the Next

コア技術を展開して電動化市場を活性化

1900 1950 2000 ’10 ’20 ’30

技術の
横展開

鉄道

20兆円

150兆円 **自動車**

航空機

20→40兆円

ビル

10兆円

産業

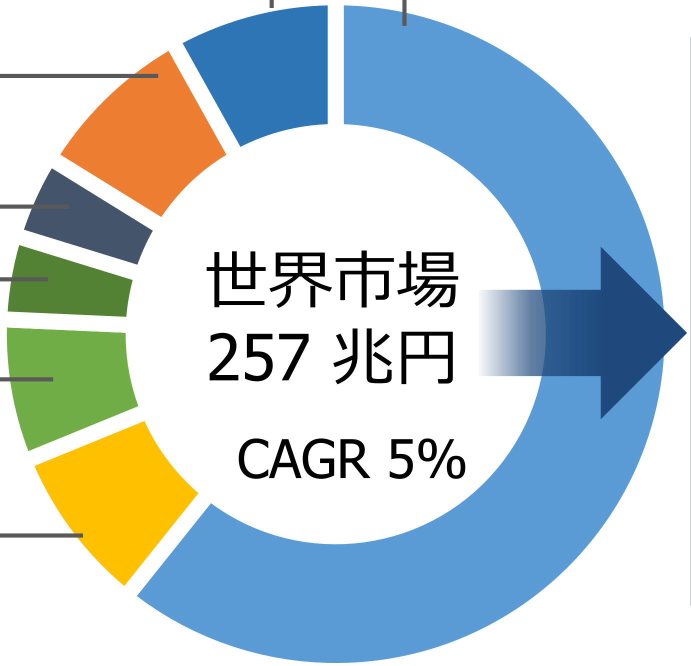
17兆円

建設機械

20兆円

船舶

20兆円



航空機電動化による新たな技術を構築
今後、主機補機分野共に市場が拡大

CAGR : Compound Average Growth Rate
Refer : METI, 日立調べ他（2015年）

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

Contents

1. 社会課題
2. 電動化分野の技術動向
3. 航空機電動化に向けた期待
4. まとめ

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

まとめ

Inspire the Next

- 低炭素社会に向けた電動化関連事業の取組を紹介した。
- 自動車分野を例に課題や最近の開発動向を紹介した。
- 冷却技術としてパワーモジュールの例を紹介した。
- 低損失化技術としてSiCを取り上げ実用的な使い方を紹介した。
- 高効率化に向けアモルファスモータを紹介した。
- 航空機電動化を加速するコア技術や電気品の課題、航空機電動化市場への期待を紹介した。

以上、ご清聴有り難う御座いました。

© Hitachi, Ltd. 2018. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next