



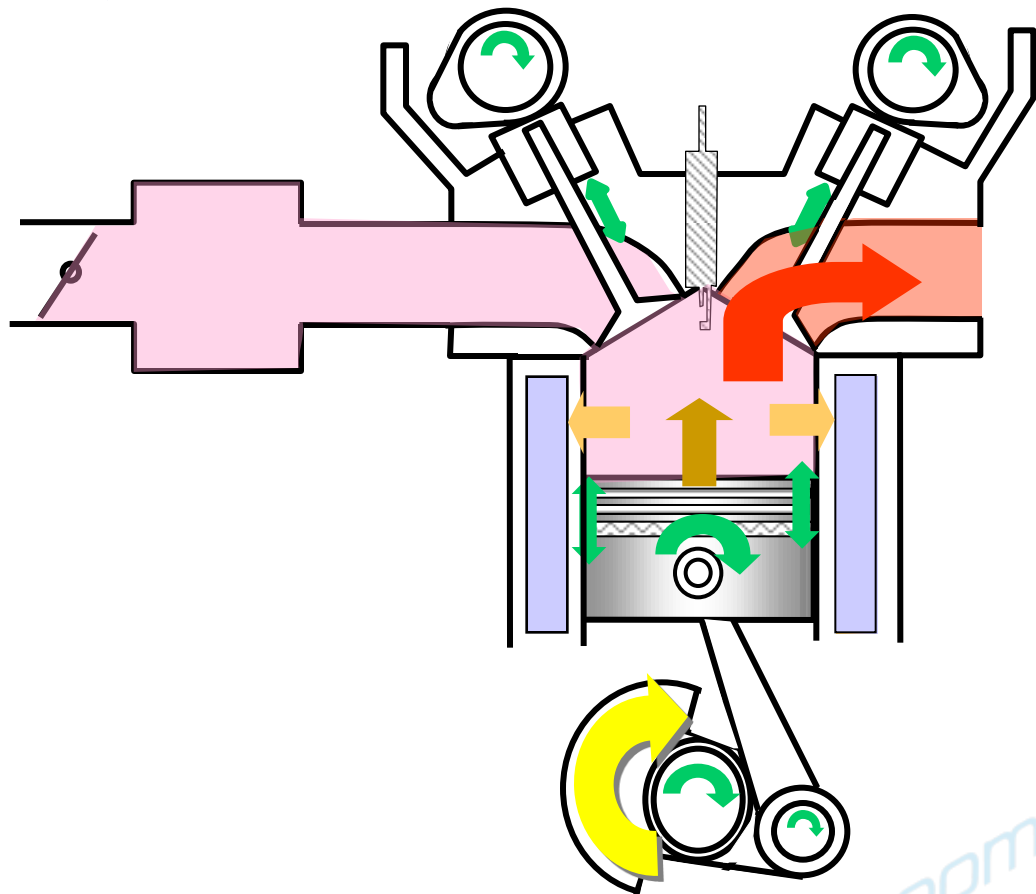
内燃機関の将来展望

日中省エネルギー・環境総合フォーラム
2015年11月29日

人見光夫
マツダ株式会社

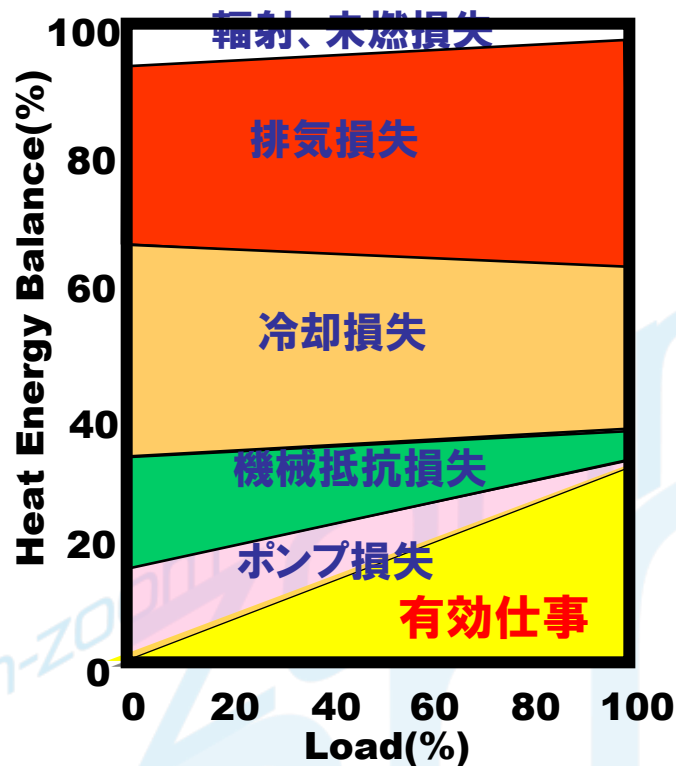
熱効率改善

内燃機関の効率改善



内燃機関の各種損失

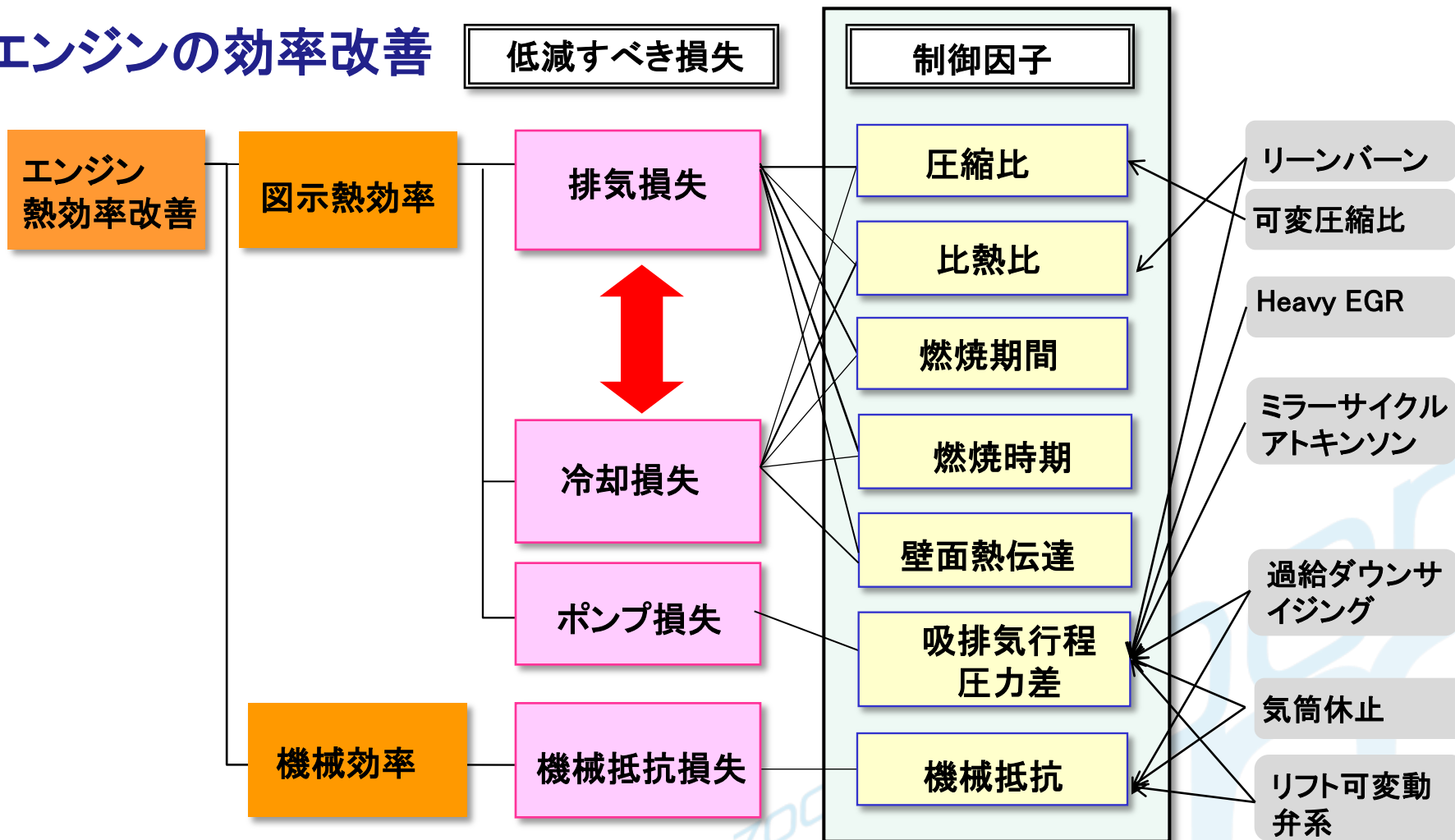
Heat Energy Balance vs Load



内燃機関の効率改善 = 排気損失、冷却損失、ポンプ損失、機械抵抗損失低減

熱効率改善

エンジンの効率改善

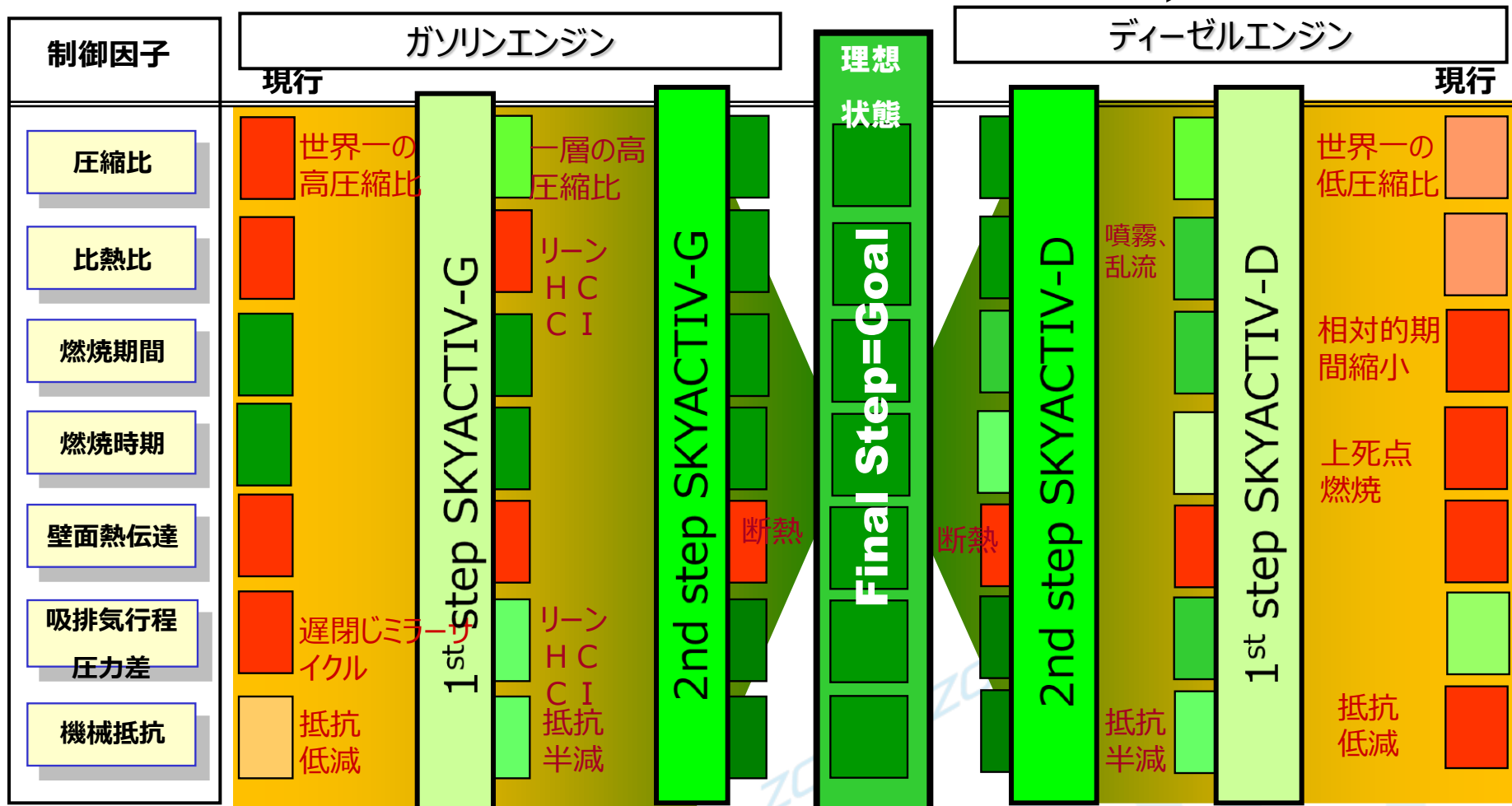


効率改善 = 制御可能な因子を理想に近づけていく取り組み

熱効率改善

内燃機関進化Raodmap

■ 遠い 理想からの距離 ■ 近い

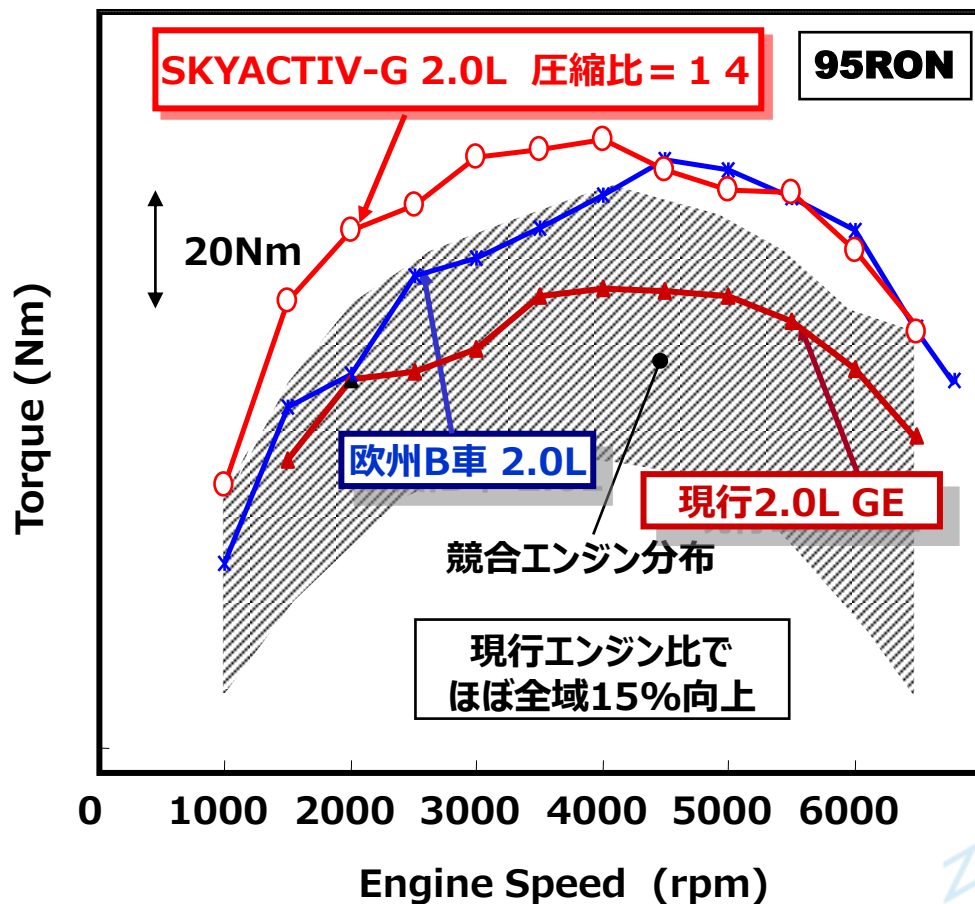


ガソリンもディーゼルも同じ方向へ向かう

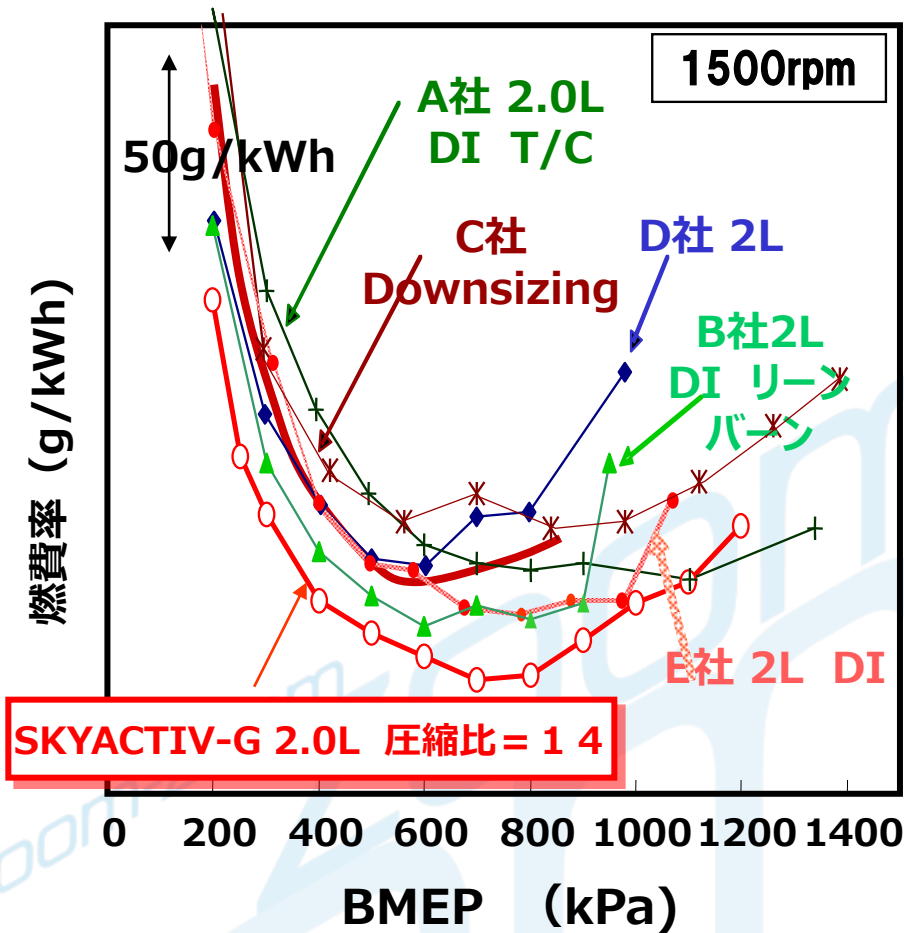
熱効率改善

1st Step ガソリン

出力性能



燃費性能



世間の賞賛ポイント； 高圧縮比で低中速トルク大幅向上 燃費も大きく改善

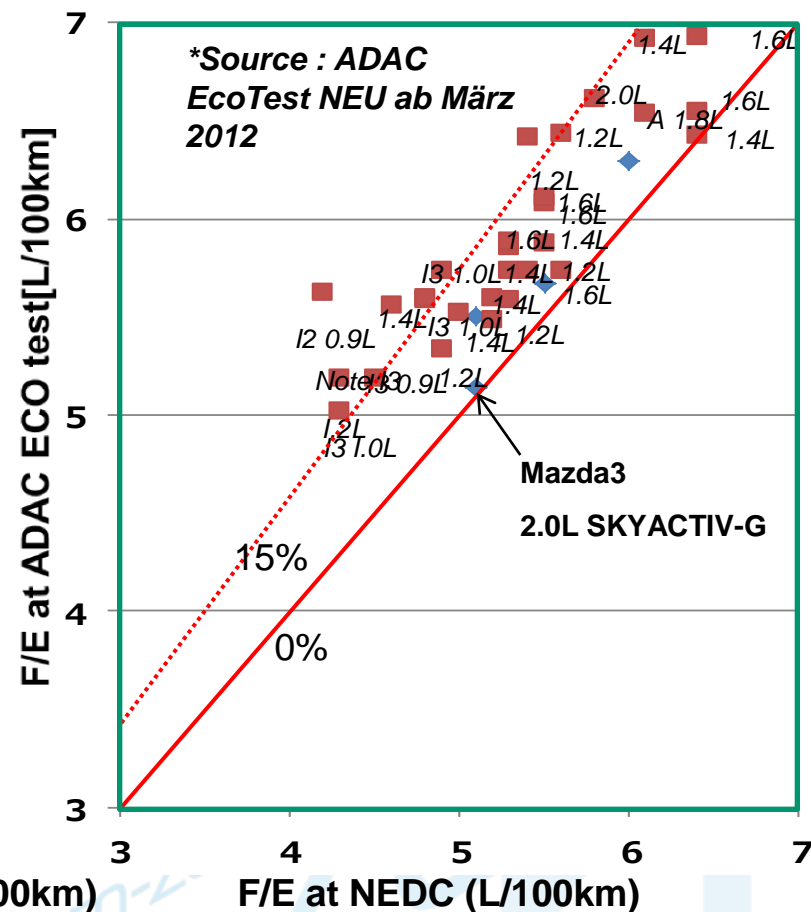
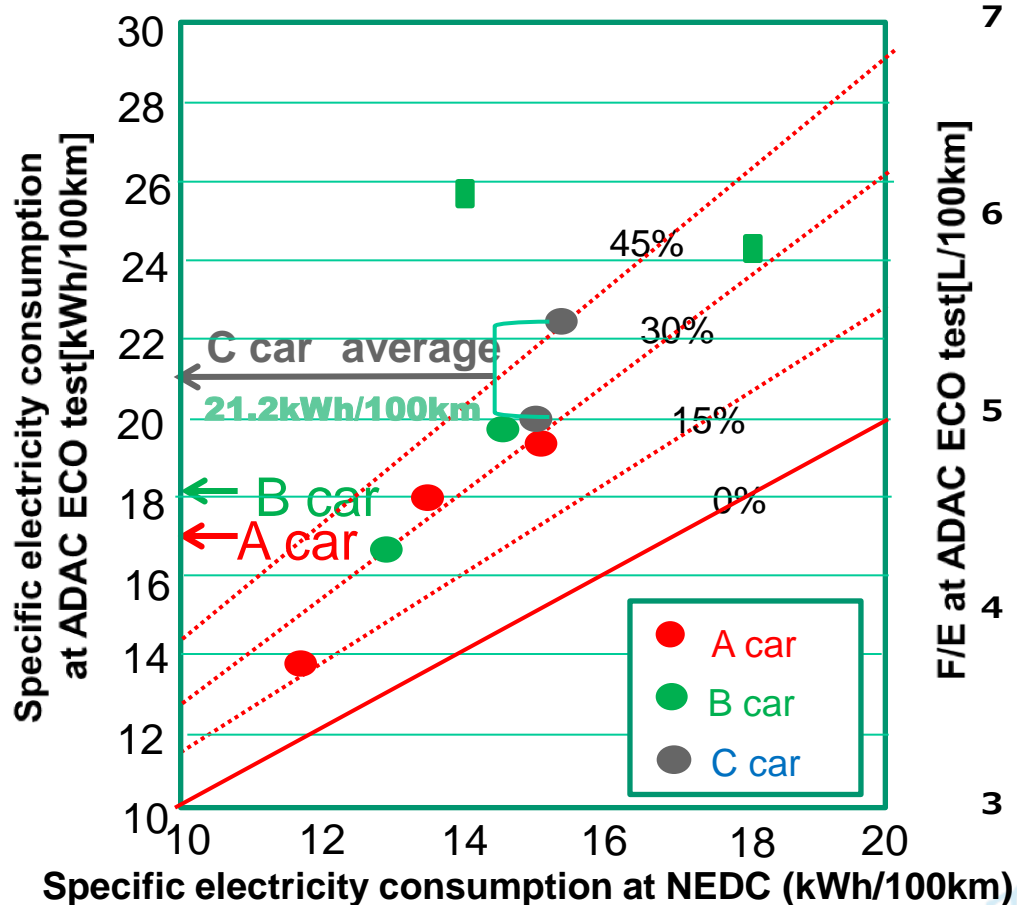
内燃機関の目標

= 電気自動車並みのCO₂

zoom-zoom

熱効率改善Next Step

内燃機関車の実用燃費改善ターゲット



モード燃費で比較すると実態とかけ離れる

Cカー E V の実用電力消費： 21.2 kWh/100km.

Cカー SKYACTIV 搭載車の実用燃費： 5.2 L/100km

熱効率改善Next Step

内燃機関車の実用燃費改善ターゲット

Cカー-EVの実用電力消費: 21.2kWh/100km.

CO₂換算 ; 世界平均の発電CO₂原単位 0.5kgCO₂/kwhだから

$$0.5 \times 21.2 = \mathbf{10.6} \text{kg-CO}_2/100\text{km}$$

Li-ion電池のLCAを考慮すると10.6+1=**11.6kg**-CO₂/100km

Cカー-SKYACTIV搭載車の実用燃費 : 5.2L/100km

CO₂にすると **14.8kg**-CO₂/100km

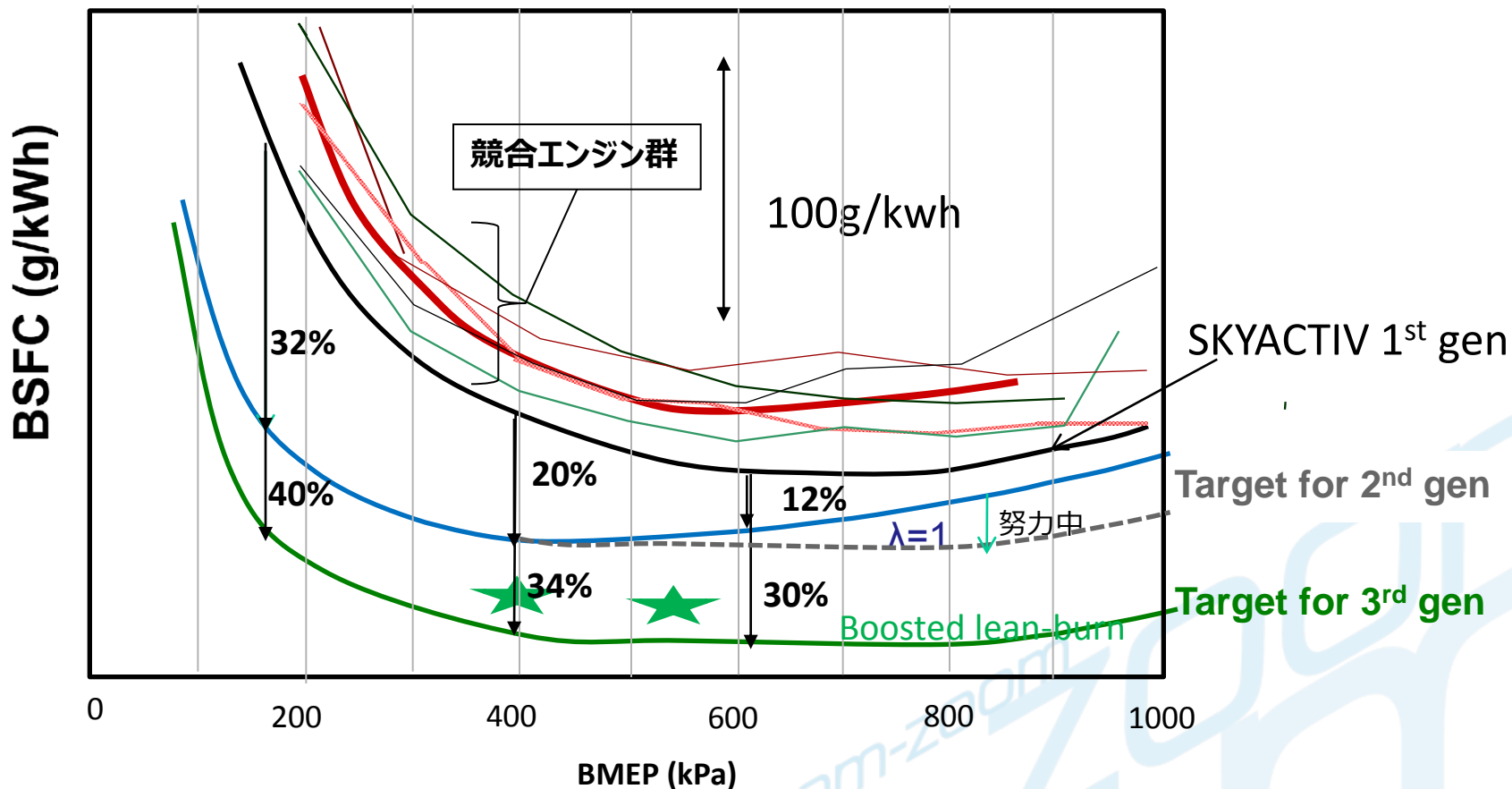
内燃機関の14.8kgを10.6~11.6kgにすれば電気自動車にCO₂で並べる

$$(10.6 \sim 11.6) / 14.8 = 22\text{-}28\%$$

内燃機関で実用燃費を25%程度改善すれば今の発電方法ならCO₂はあまり変わらない

熱効率改善Next Step

正味熱効率



実用域で25%の燃料消費低減でEVレベルのCO2という目標は達成可能

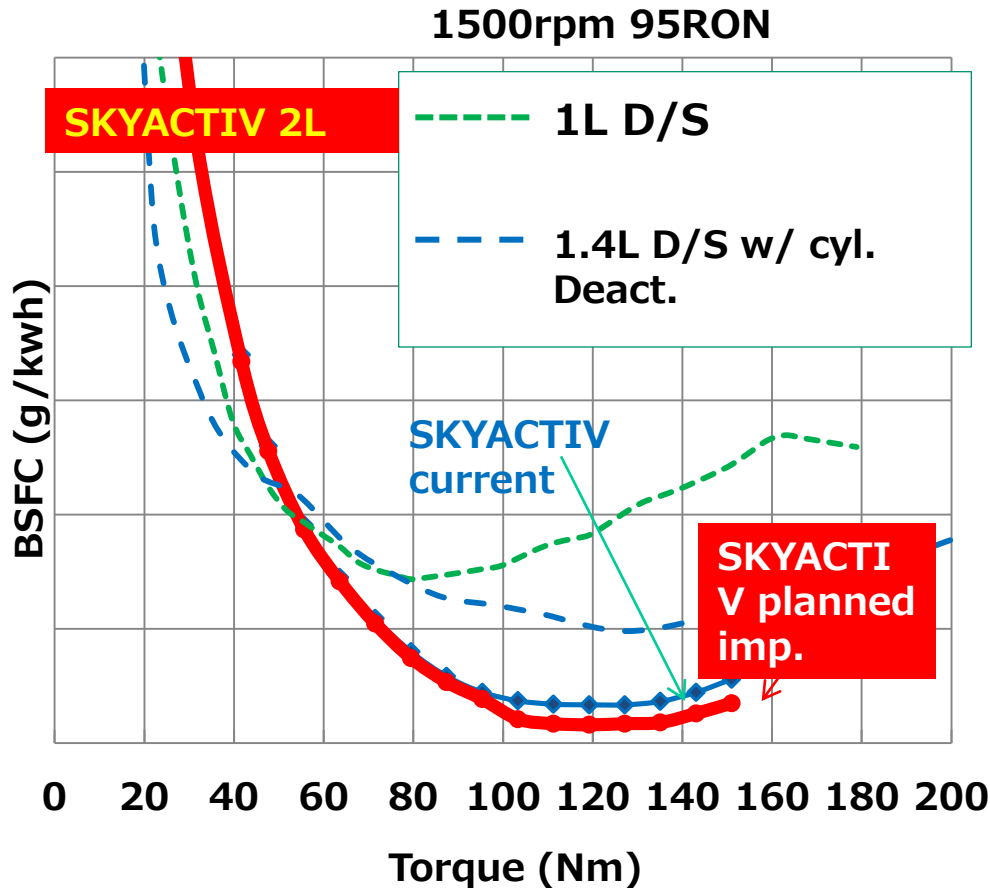
排気量はどうかあるべきか

zoom-zoom

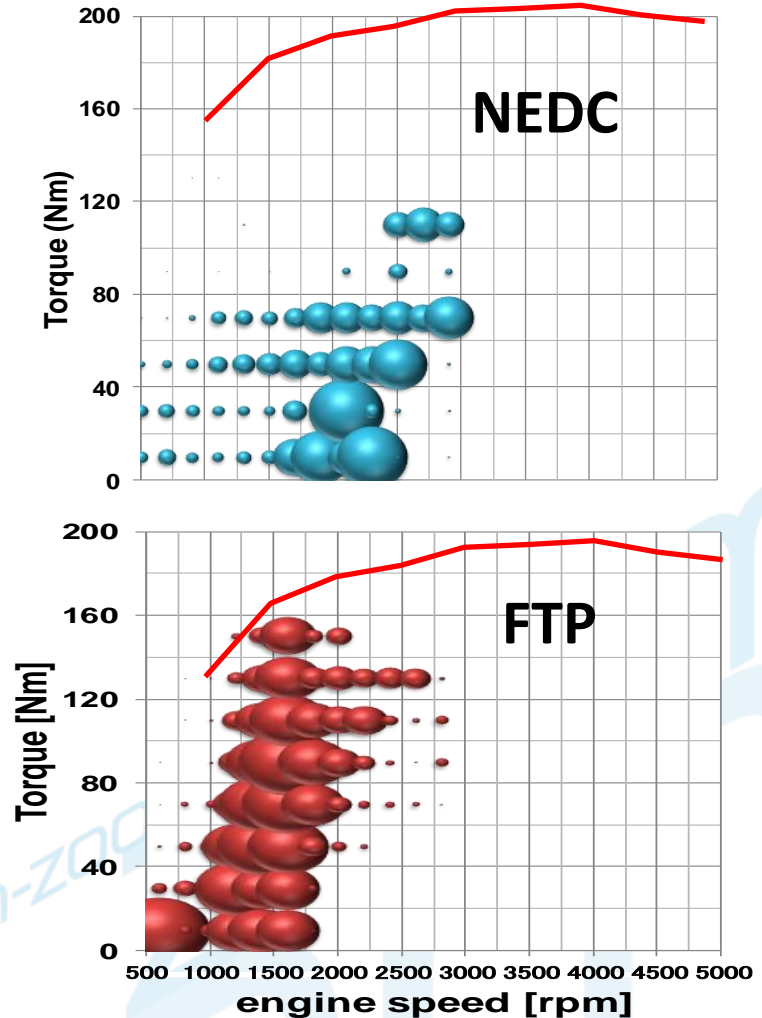
排気量はどうか

2L SKYACTIV とダウンサイジングとの対比

燃料率比較



燃料消費量分布

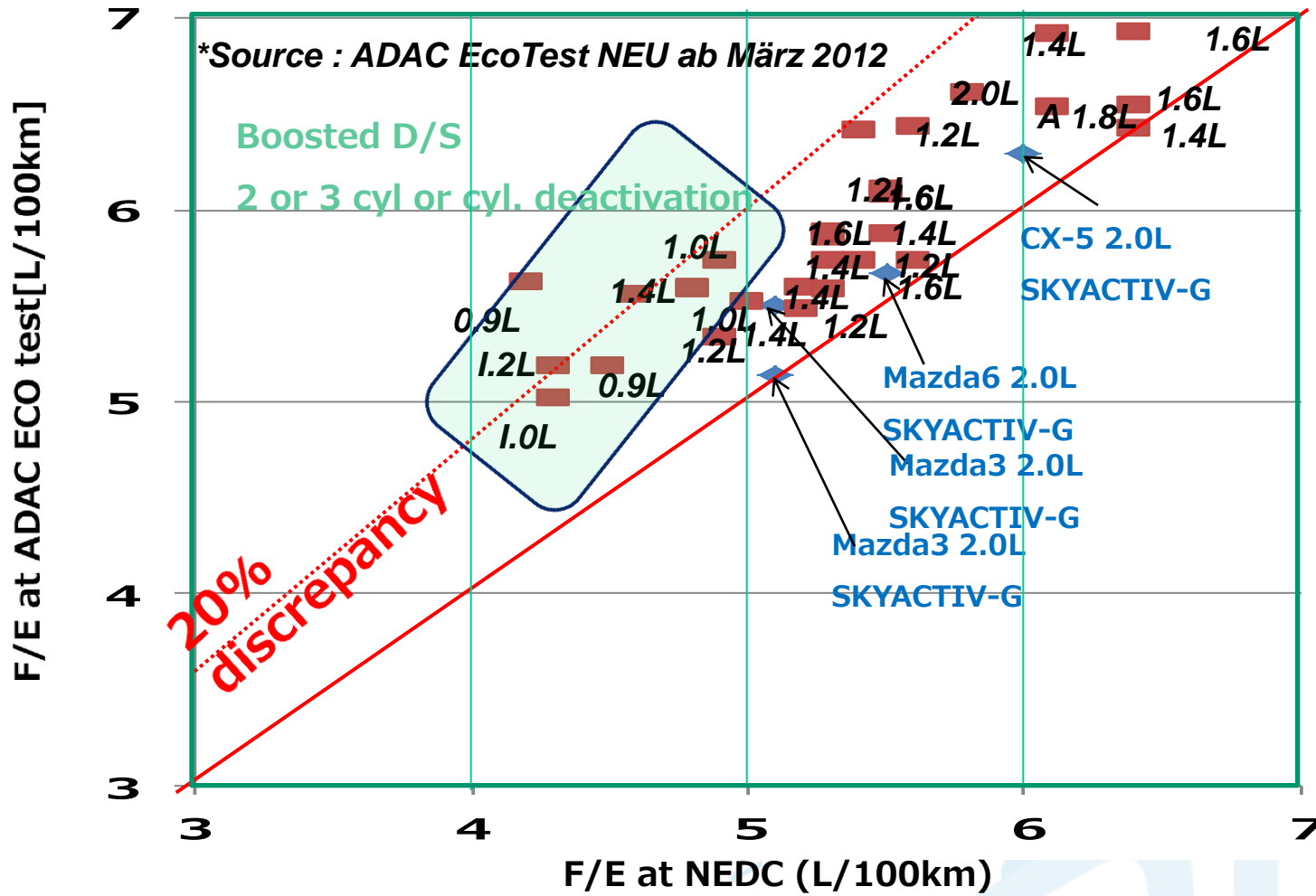


3気筒 1 L や4気筒1.4 L 過給ダウンサイジングは軽負荷燃費のみ良い

欧州におけるNEDCモードは軽負荷多用 過給ダウンサイジングに都合が良い

排気量はどうあるべきか

実用燃費

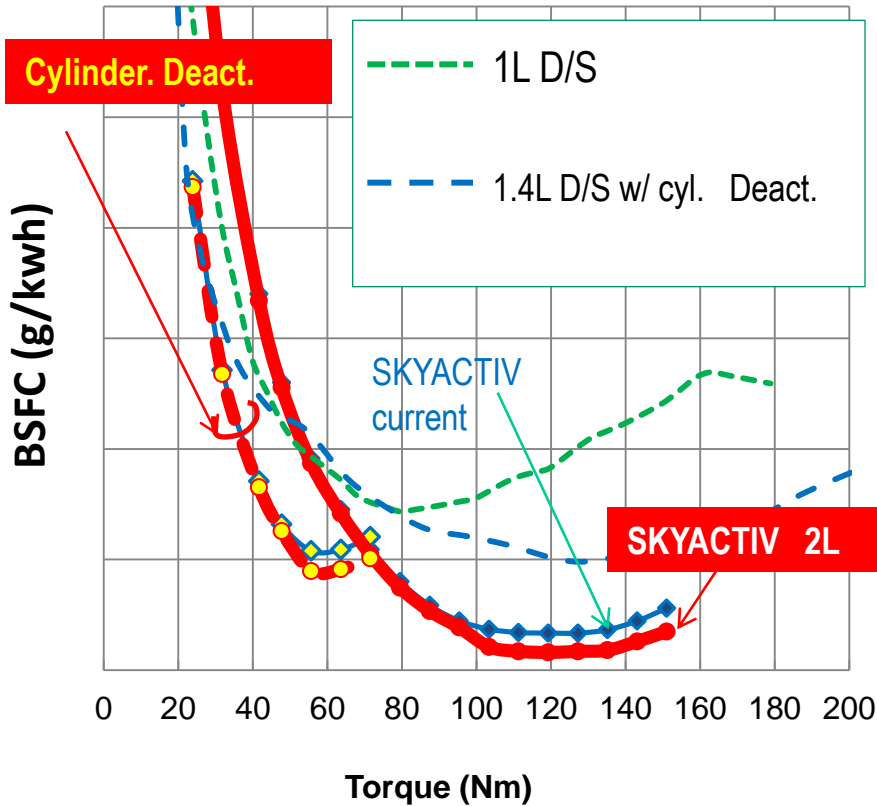


SKYACTIV エンジン は過給ダウンサイジングよりモード燃費は不利でも実用燃費は優れている

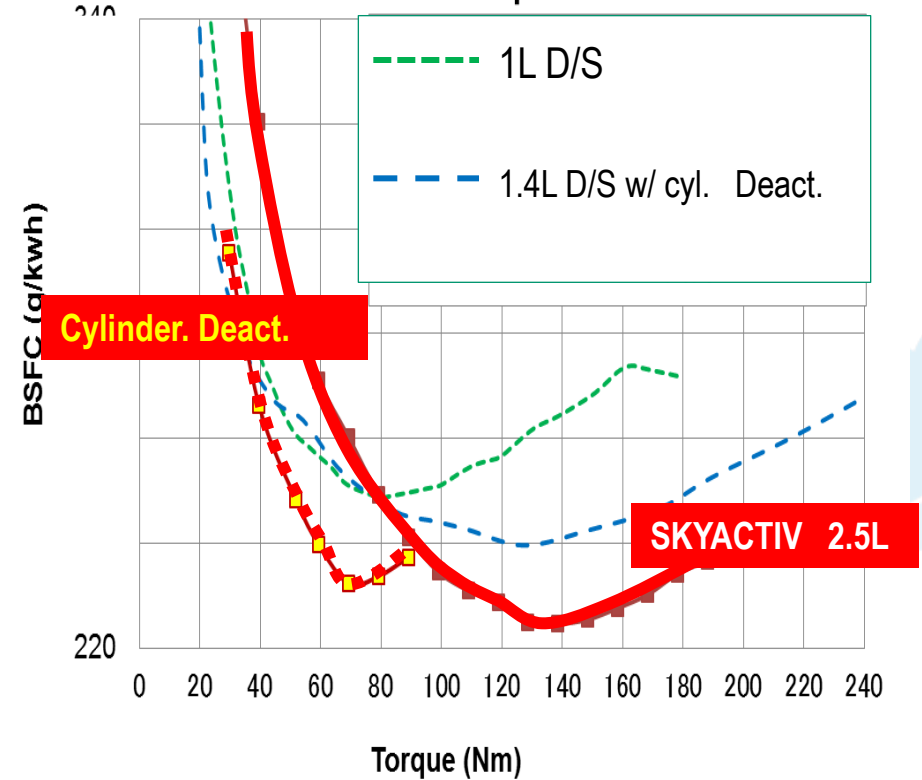
排気量はどうか

2&2.5L SKYACTIV と 1L、1.4L 過給ダウンサイジングとの対比

1500rpm 95RON



1500rpm 95RON



2L SKYACTIV で3気筒 1 L や4気筒1.4 L 過給ダウンサイジングに全運転領域で勝てる 2.5Lでも勝てる

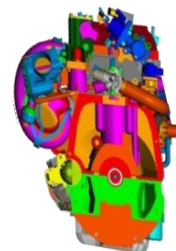
排気量はどうかあるべきか

コスト

Base engine
(Direct Injection)



Boosted D/S



Turbocharger

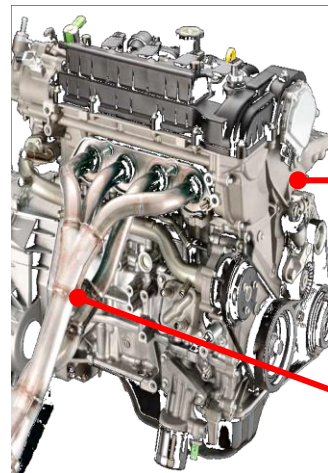


Intercooler & piping



Strengthened
piston ,con-rod,
crankshaft,
block, head

SKYACTIV-G



Electric VCT

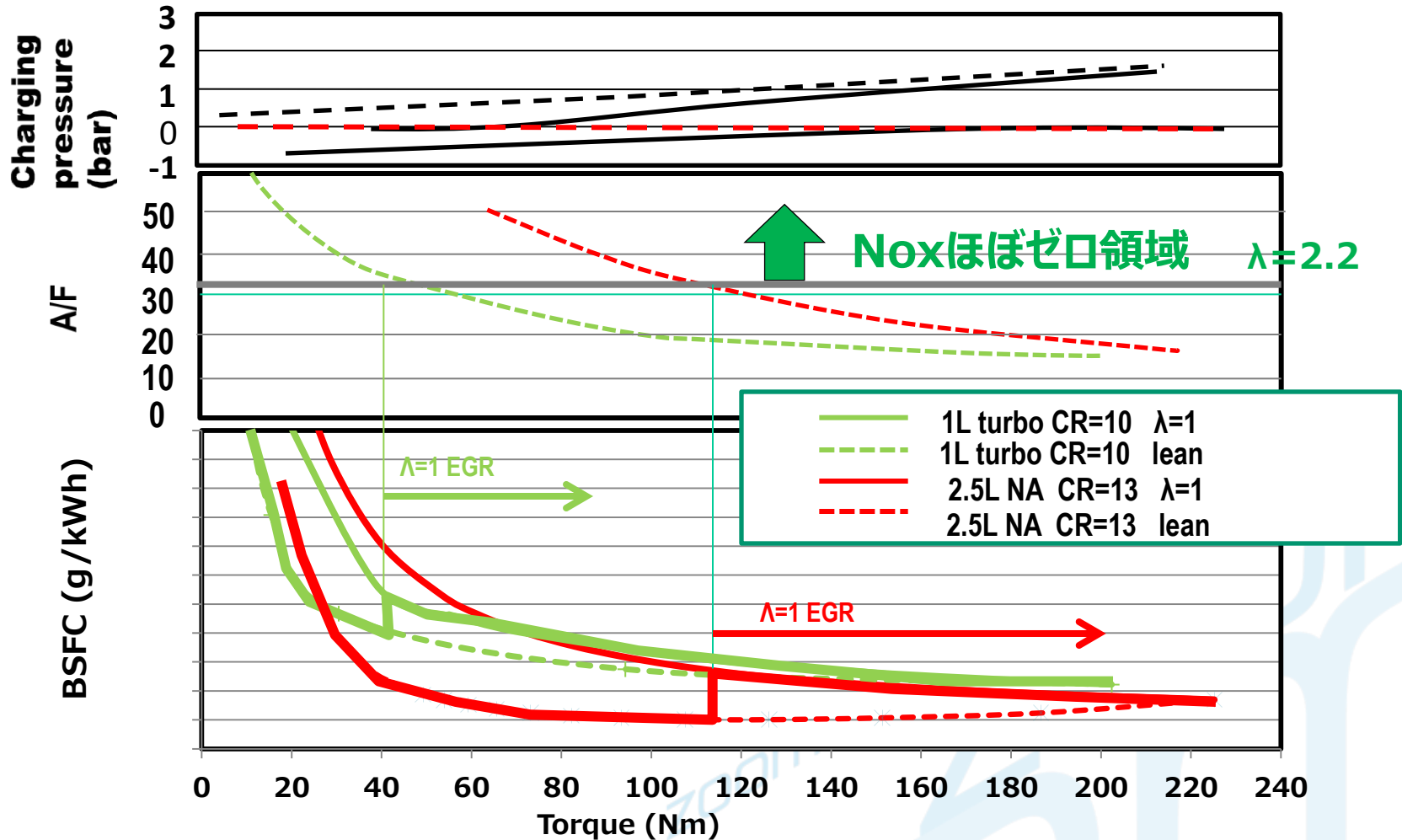
4-2-1 exhaust

過給機インタークーラ等の必要な過給エンジンはN Aより高コスト

排気量はどうあるべきか

排気量と今後の熱効率改善ポテンシャル

2000rpm

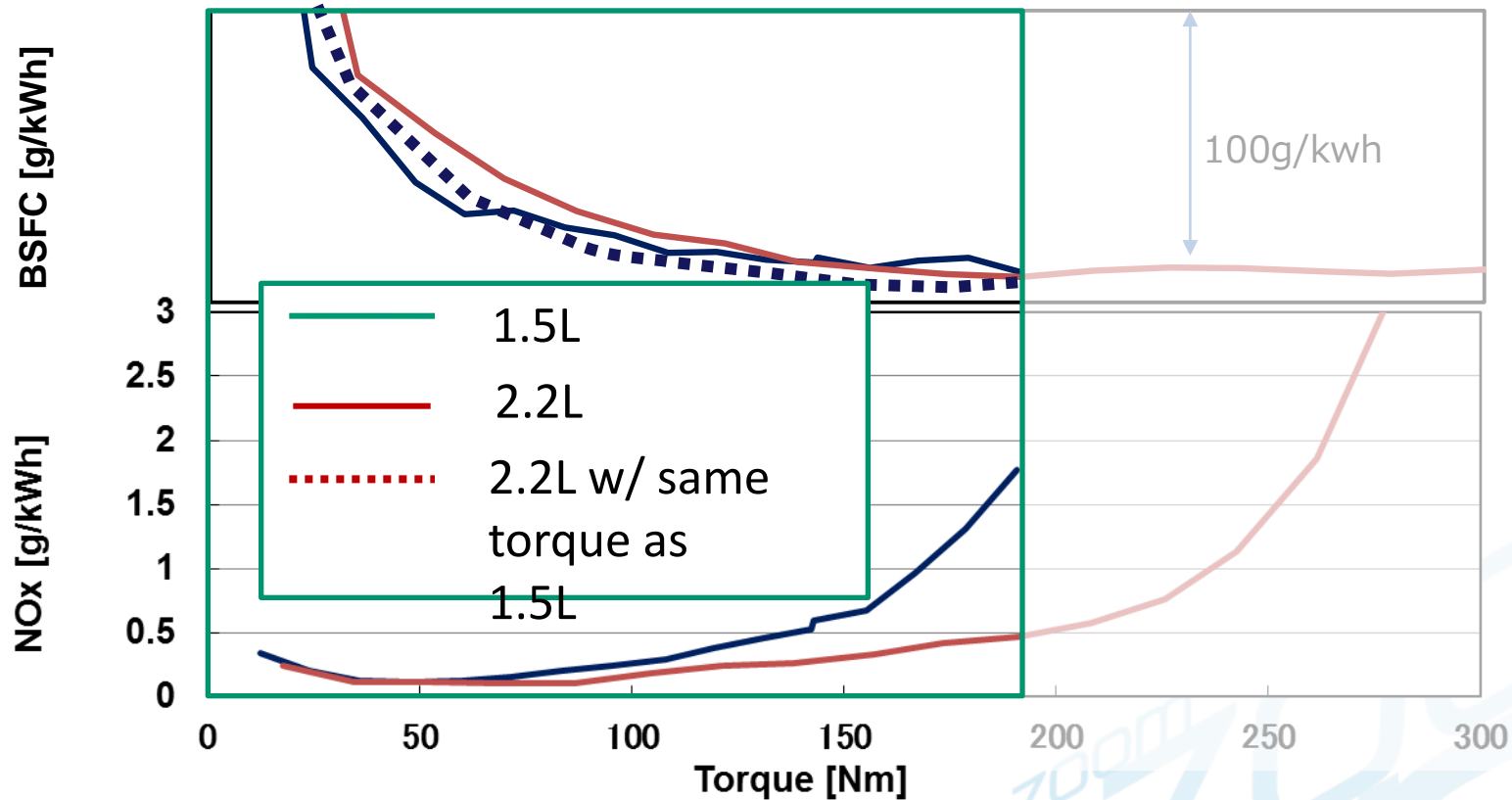


大排気量NAの方が過給ダウンサイジングより低燃費リーンバーンエリアが広い

排気量はコストフリーの過給器

排気量はどうあるべきか

ディーゼルエンジンと排気量



大排気量低比トルク

→低抵抗、低NOx、高レスポンス、排気後処理の低コスト化

大排気量はコストフリーの高レスポンス過給器、エミッションデバイス

電気自動車に対する考察

zoom-zoom

電気自動車に対する考察

等価エネルギー比較 (欧州Cカーでの実用燃費比較から)

5.5L(ガソリン)=5L(軽油)=21.2kwh(電力)

	H25年度消費量 (万kL/年)	化石燃料CO2排出量 試算 (億t/年)	EV化した時の電力換算
ガソリン	5,680	1.32	2190億kwh
軽油	2,435	0.64	1032億kwh
		1.96	3222億kwh

送電、充電で1割ロス；必要発電量は $3222 \div 0.9 = 3580$ 億kwh

2011年の日本の発電CO2原単位 0.47 CO2-kg/kwh

CO2換算 $3580(\text{億kwh}) \times 0.47(\text{kgCO}_2/\text{kwh}) = 1.68$ 億t

2015年現状 0.57CO2-kg/kwh

CO2換算 $3580(\text{億kwh}) \times 0.57(\text{kgCO}_2/\text{kwh}) = 2.04$ 億t

今のままの発電方法なら電気自動車にする意味はない

震災前でも15%程度の改善代 内燃機関改善で軽く追いつける

ケーススタディー

今運輸で使用されている燃料の半分を再生可能エネルギーで発電された電気を使う電気自動車で肩代わり

3580億kwhの半分の1790億kwhは再生可能エネルギー発電

太陽光と風力の現状比率；太陽光85%，風力15%→太陽光1520億kwh, 風力270億kwh

太陽光の現状稼働率13%、風力20%、

太陽光の必要発電力 $1520 \div 365 \div 24 \div 0.13 = 1$ 億3000万kw

風力の必要発電能力 $270 \div 365 \div 24 \div 0.2 = 1500$ 万kw

の発電能力増強が必要

電気自動車に対する考察

約1億トン/年のCO2低減効果 どちらを選ぶべきか？

4千万台以上のEV
何万か所かの急速充電器
家庭用充電器数千万台

内燃機関効率
30%改善
石炭発電所の半分
を天然ガス発電へ
または石炭、石油
発電を天然ガスへ



発電設備容量

まとめ

内燃機関の改善余地はまだ30%以上あり、**实用燃費&電費でwell to wheelのCO2を見れば、電気自動車並みにすることは可能** **ここを重視する政策を推進して持続可能エネルギーの本命を見つける時間を稼ぐべき**

提言

- **排気量が大きいと税金が高くなる税制は低コストでの燃費改善やNo x 低減に対して大きな障害になる**
- **新しい環境技術が出たらモード燃費などで効果を算定するのではなく、環境改善効果が出たときの状態を想定して現実的かどうかを検証すべき**
今運輸で使っている燃料を○削減するには電気自動車、水素自動車は何台いるのか。発電能力、水素製造能力はどの程度増強しないといけないか？現実的か？
- **ドイツなどはまだEVが普及していない状態で实用走行時のランニングコストは電気の方がガソリンより3割弱良い程度** **普及して電気から税金をとれば、また高価な発電設備を増強すれば差はなくなる** **そうなるとPHEVで充電しなくなるかもしれない、その対策を考えるべき** **(勿論CO2の出ない発電手段で大量のEVを賄うシナリオを作るのが先決)**

ご清聴ありがとうございました！

