

JR東日本における鉄道の安全性向上と 国際標準化活動への取り組み



東日本旅客鉄道（株）

国際事業本部 標準化戦略・推進部門

部門長 川 野 卓

業務経歴 (川野)

【20代 様々な現場、間接部門等で業務経験を積む】

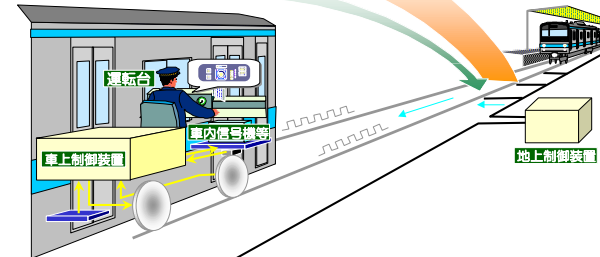
- 平成3年4月 東日本旅客鉄道入社
- 平成3年10月 大宮第二信号通信区 (通信担当)
- 平成5年4月 田端信号区 S-TEC (ATS-P整備工事)
- 平成6年4月 千葉支社電気課通信運用
- 平成7年4月 (財) 鉄道総研出向 (雷害対策・整備新幹線用デジタルATCの開発)



【30代 京浜東北線・山手線D-ATCプロジェクトに長期間関わる】

- 平成9年4月 東京電気工事事務所新ATC
- 平成15年6月 仙台支社仙台信号通信技術センター
- 平成16年3月 東京電気工事事務所新ATC
- 平成17年12月 本社運輸車両部新ATC-PT
- 平成19年7月 本社電気ネットワーク部新ATC-PT

京浜東北・山手線D-ATC
の開発導入に長期従事



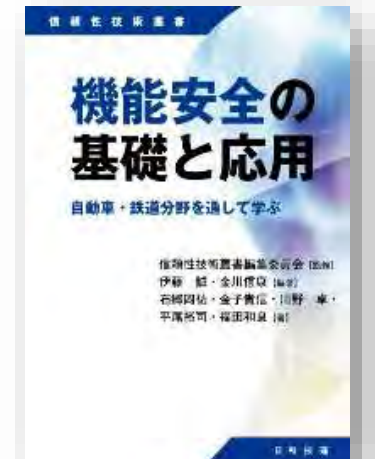
【40代 信号分野の技術マネジメントを担当】

- 平成21年6月 横浜支社設備部信号通信課
- 平成24年6月 本社電気ネットワーク部信号システム管理センター

【50代 畑違い? の国際関係の業務に従事】

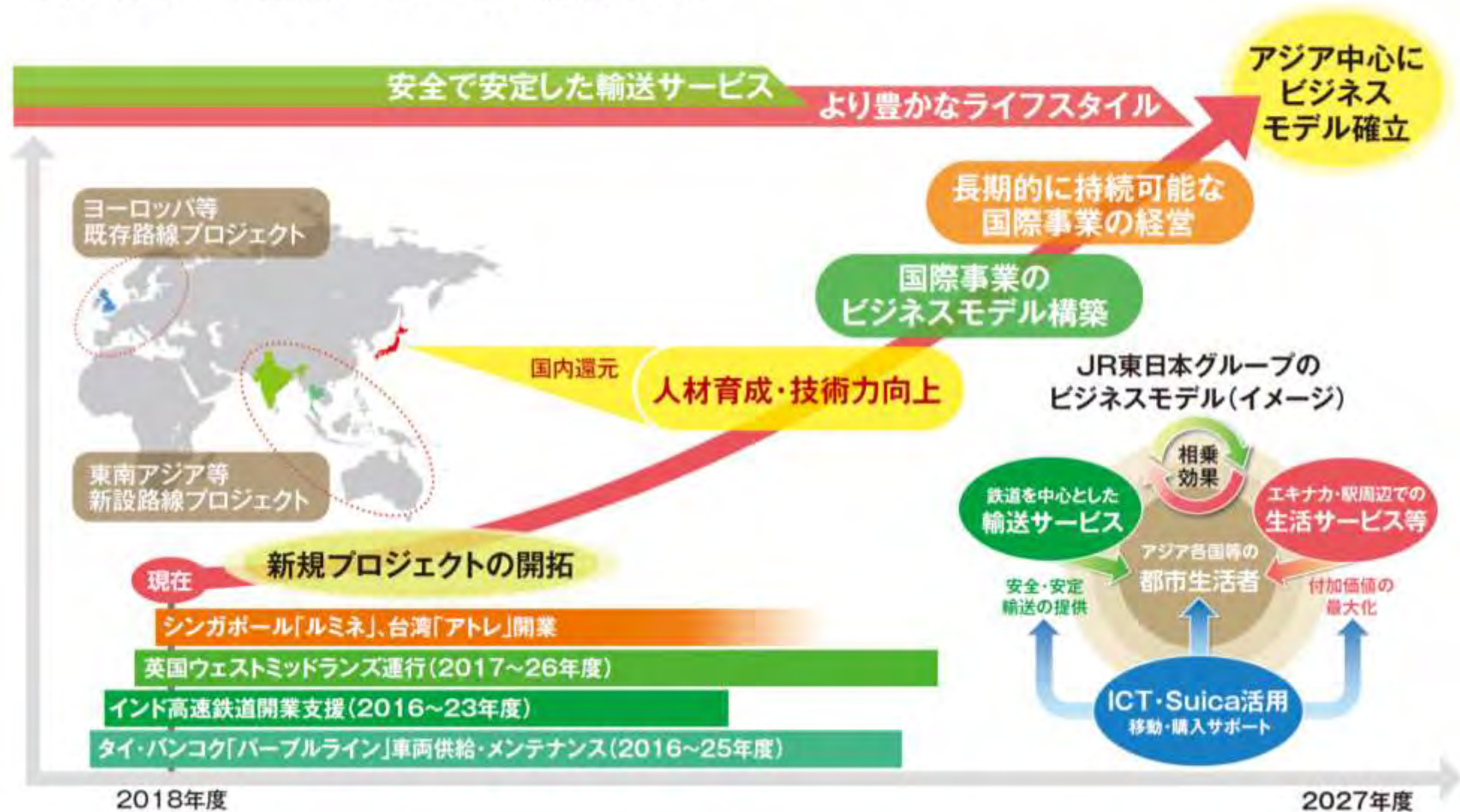
- 令和2年6月 国際事業本部 標準化戦略・推進部門

(工学博士、信頼性学会理事、英国IRSE (Institution of Railway Signal Engineers) フェロー
電気学会会員、主な著書 (共著) 「機能安全の基礎と応用 (日科技連)」)



JR東日本が国際事業に取り組む意義（グループ経営ビジョン「変革2027」より）

- 対象各国のニーズに合わせて、**輸送サービスと生活サービス等**を組み合わせ**パッケージで提供**することにより、世界を舞台に、より豊かなライフスタイルを提供していく。



標準化戦略・推進部門の発足

- ・グローバル化の潮流及び「変革2027」を背景に国際標準化への対応を検討
- ・社長以下関係役員を含めた『国際規格戦略会議』がスタート（2018年10月～）
- ・国際標準化に対する危機意識より、系統横断的な標準化戦略の必要性を認識



2019年6月21日

**国際事業本部内に
標準化戦略・推進部門発足**
(2022年6月23日より川野が部門長)



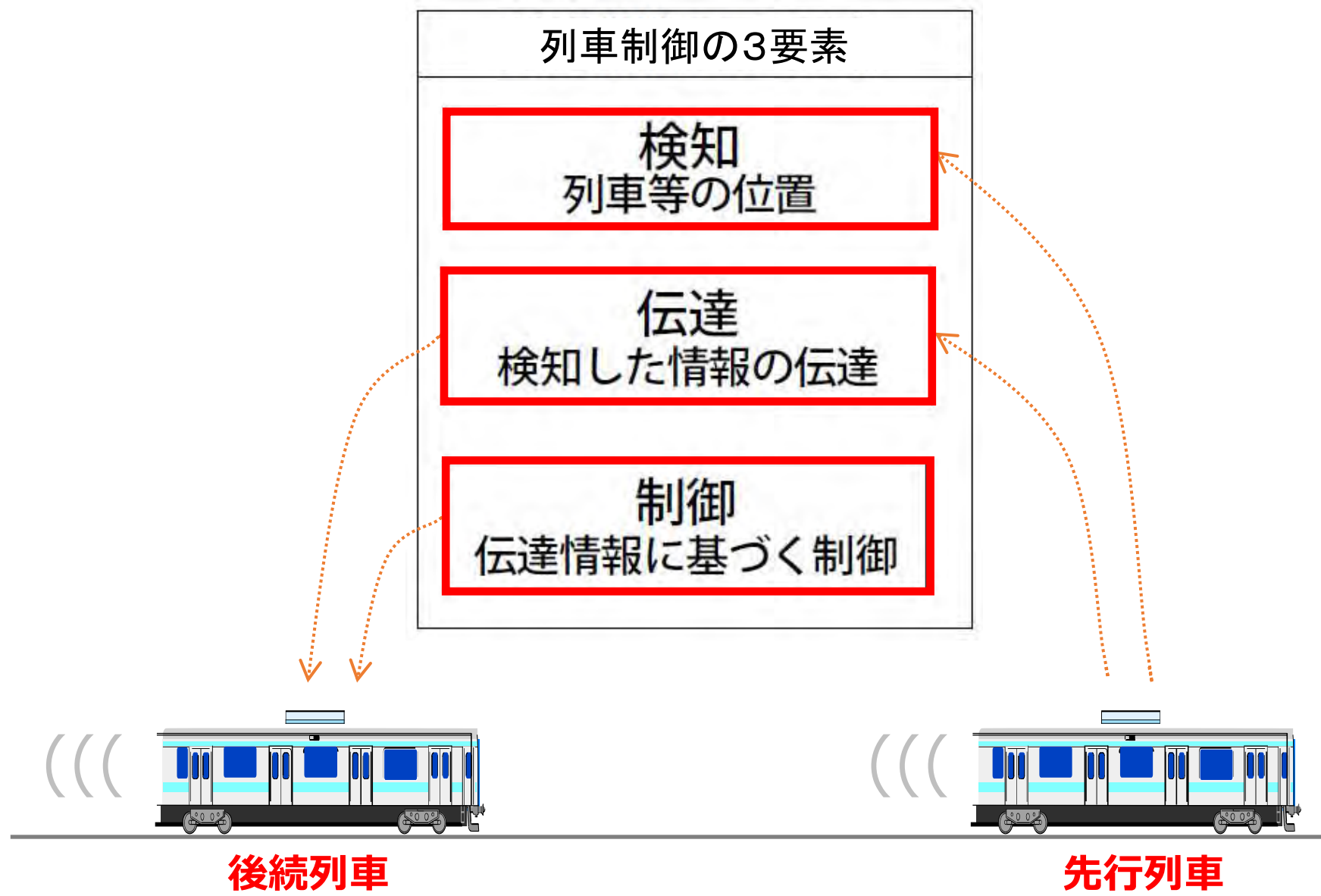
目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. ルールメイキング参画の重要性
5. まとめ

目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. ルールメイキング参画の重要性
5. まとめ

列車制御における3要素

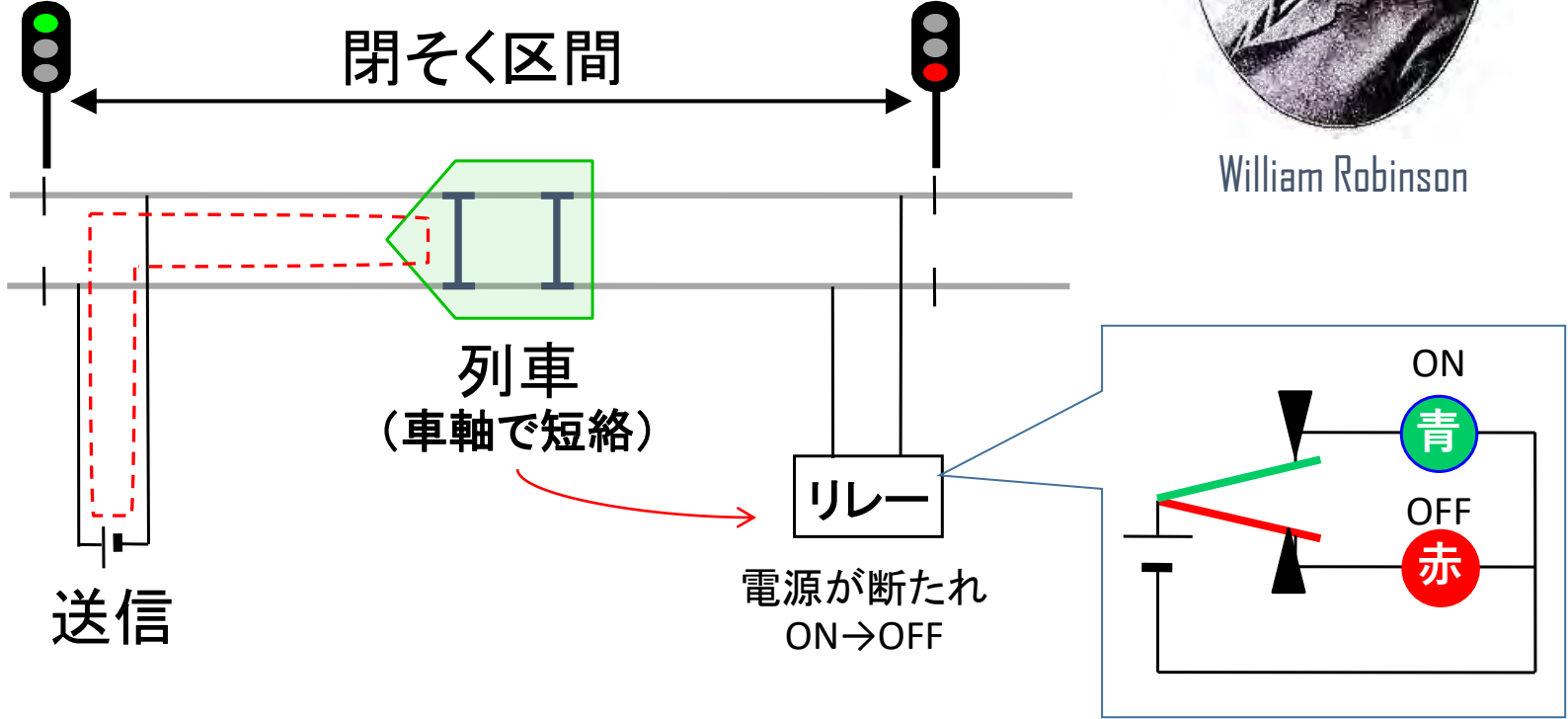


軌道回路の発明 (1870年代)

ウィリアム・ロビンソン (米)



William Robinson



現在の信号用リレー

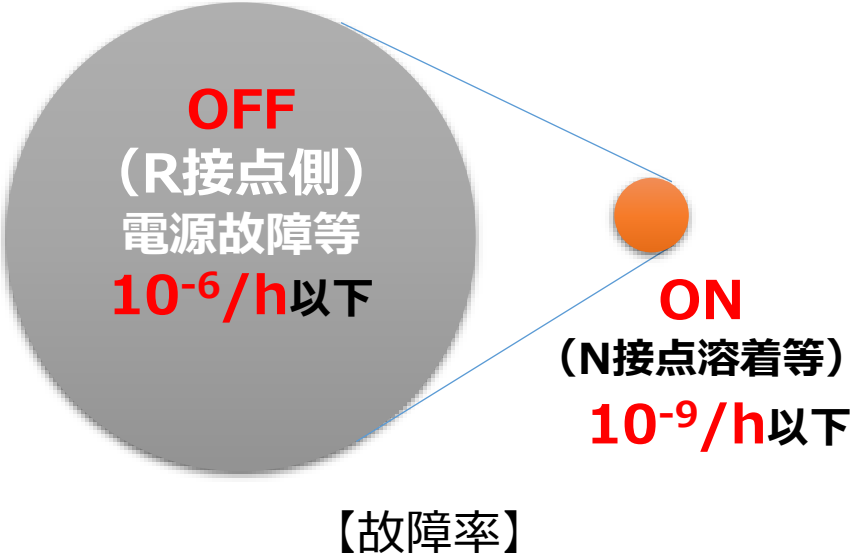
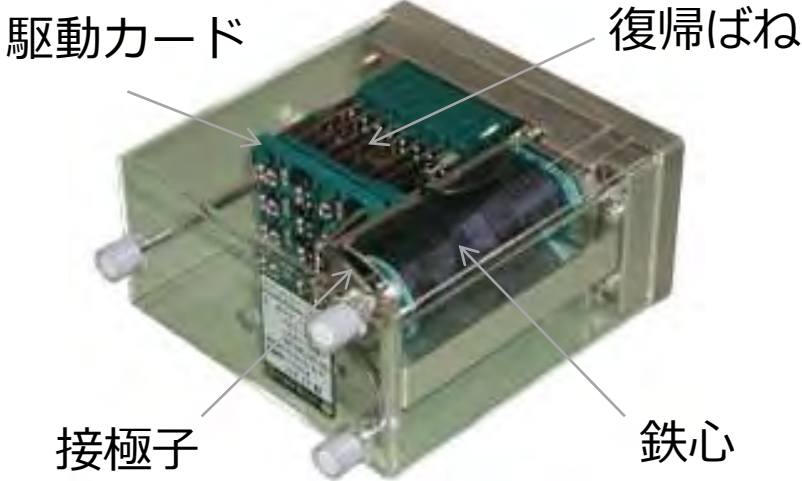
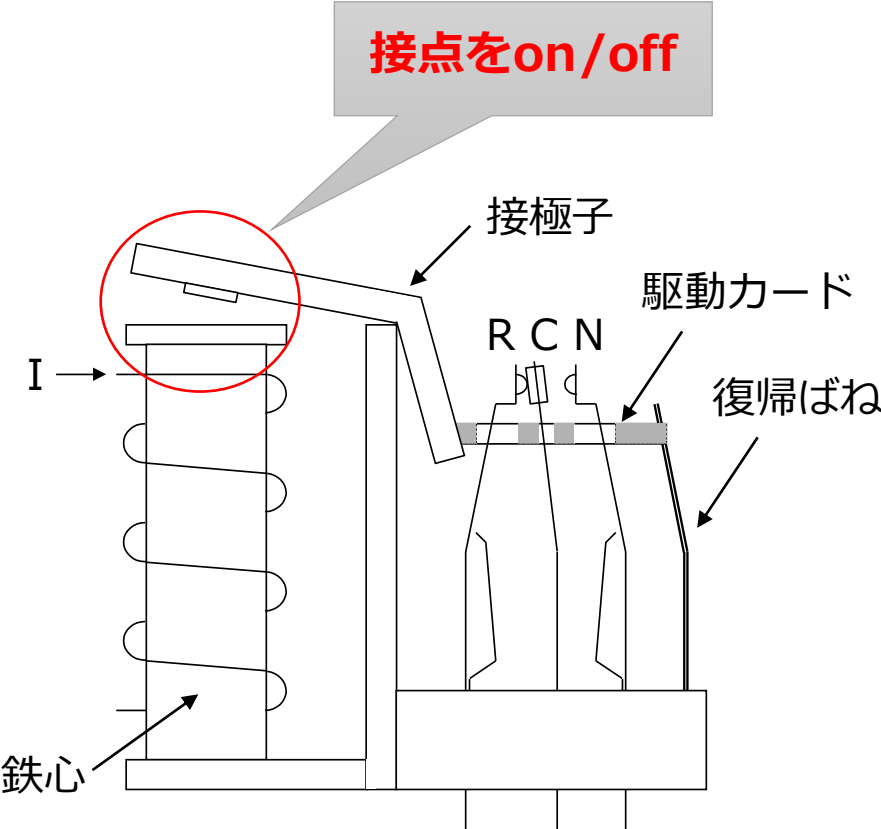
出典 : https://en.wikipedia.org/wiki/Track_circuit

継電器（リレー）を用いた安全性・信頼性確保のしくみ

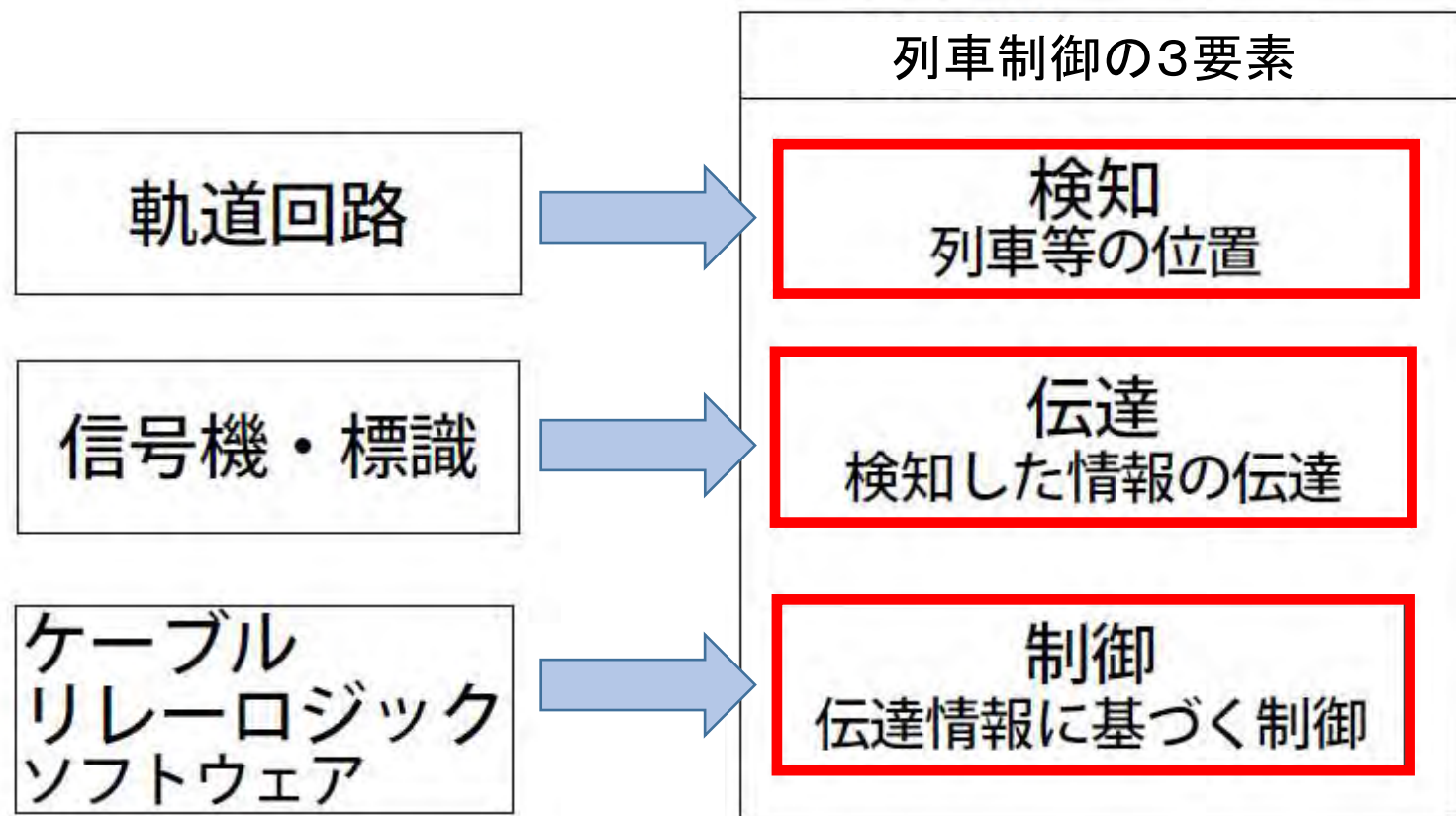
昭和前期 日本

継電器（リレー）による安全性

⇒ 論理回路をリレーで構成し、
「フェールセーフ」を実現

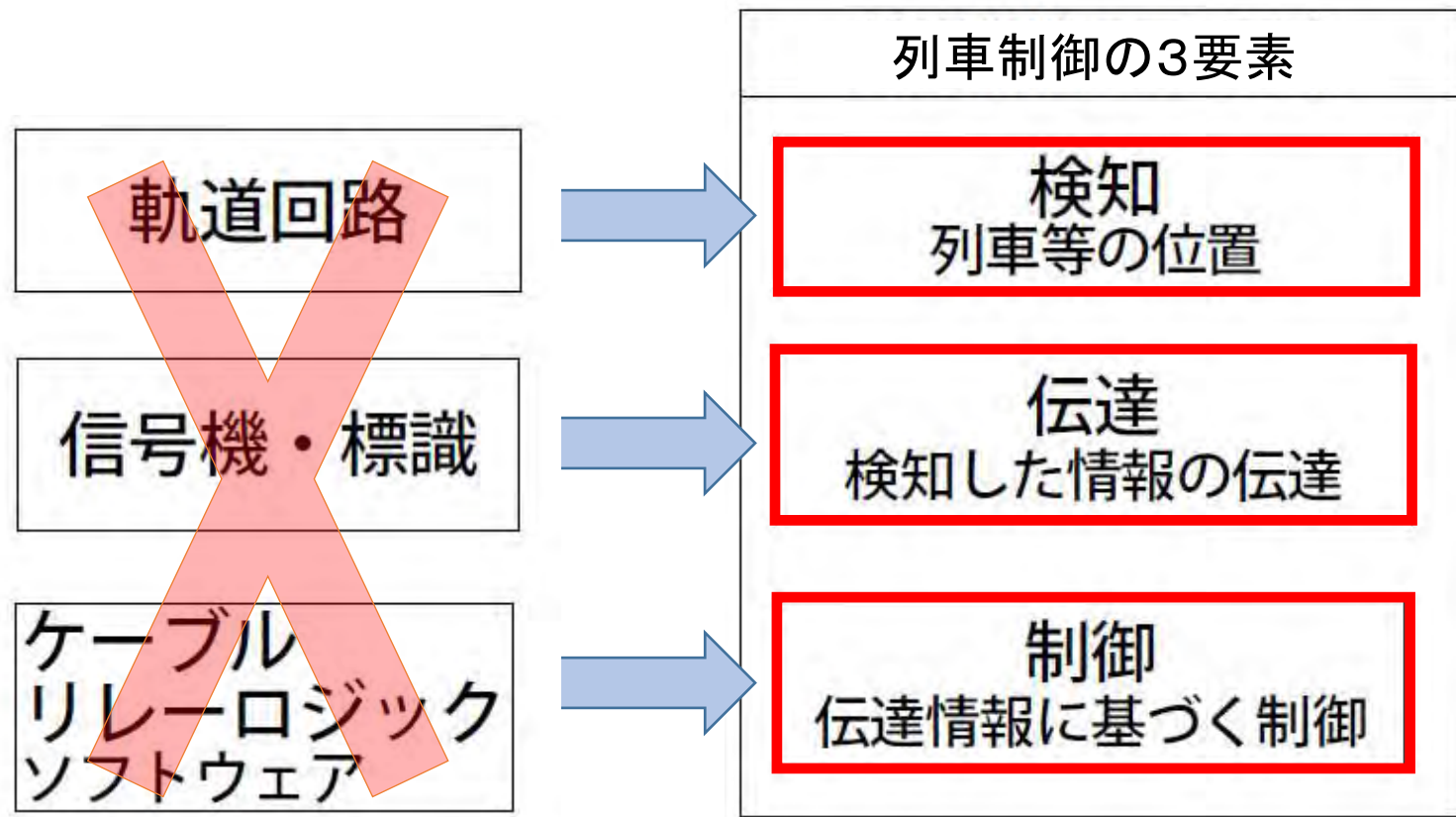


軌道回路による列車制御



- ・ 膨大な地上設備 ... メンテナンスコスト大
- ・ ハード主体の論理 ... 改修時の手間・時間大
- ・ 画一的な制御 ... 列車間隔の短縮が困難

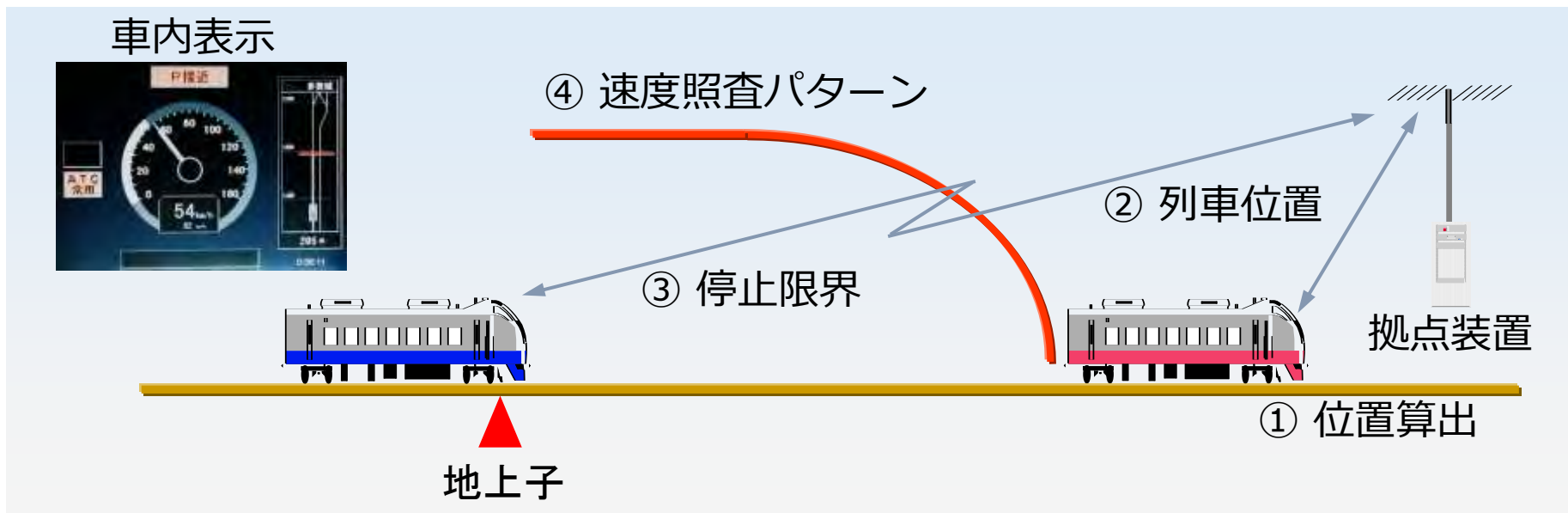
あるべき列車制御の姿とは



- ~~膨大な地上設備~~ ⇒ シンプルな地上設備
- ~~ハード主体の論理~~ ⇒ ソフトウェア主体の論理
- ~~画一的な制御~~ ⇒ フレキシブルな制御

「ATACS」による列車制御の実現

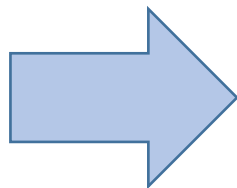
～Advanced Train Administration and Communications System～
高度 列車 管理 通信 システム



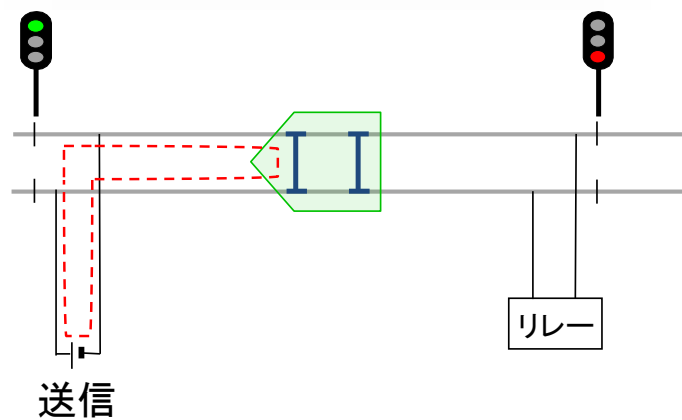
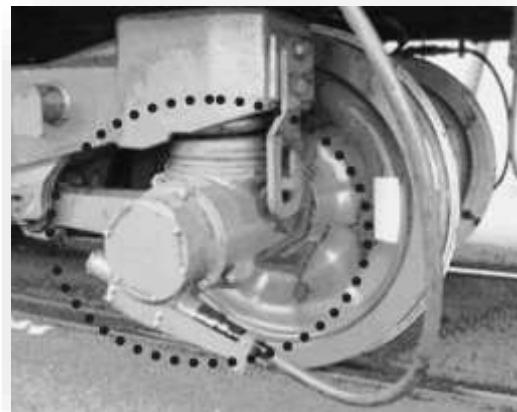
- ① 速度発電機により位置算出（地上子で位置補正）
- ② 列車位置を無線により抛点装置へ送信
- ③ 先行位置から停止限界を作成し、続行列車へ送信
- ④ 停止限界から続行列車において速度照査パターンを作成

『検知』 手法の見直し

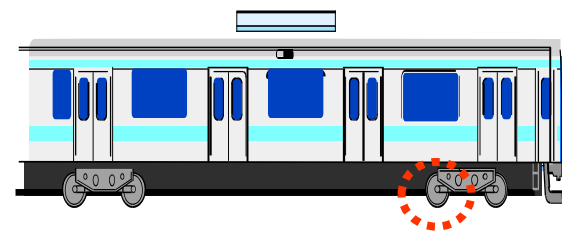
軌道回路



車上位位置検知



車輪のレール短絡で検知

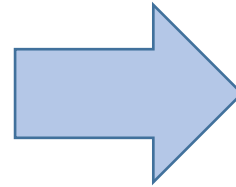


速度発電機

車輪回転の距離積算で検知

『伝達』手法の見直し

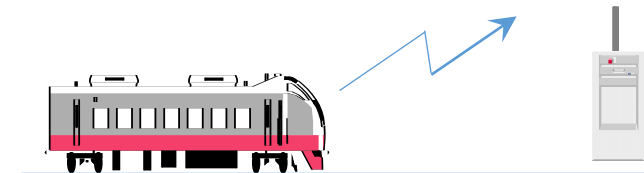
信号機・標識



移動体通信



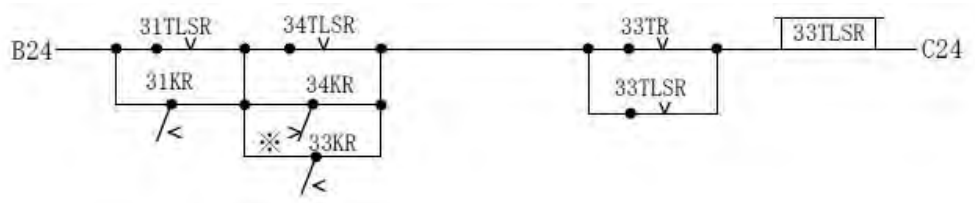
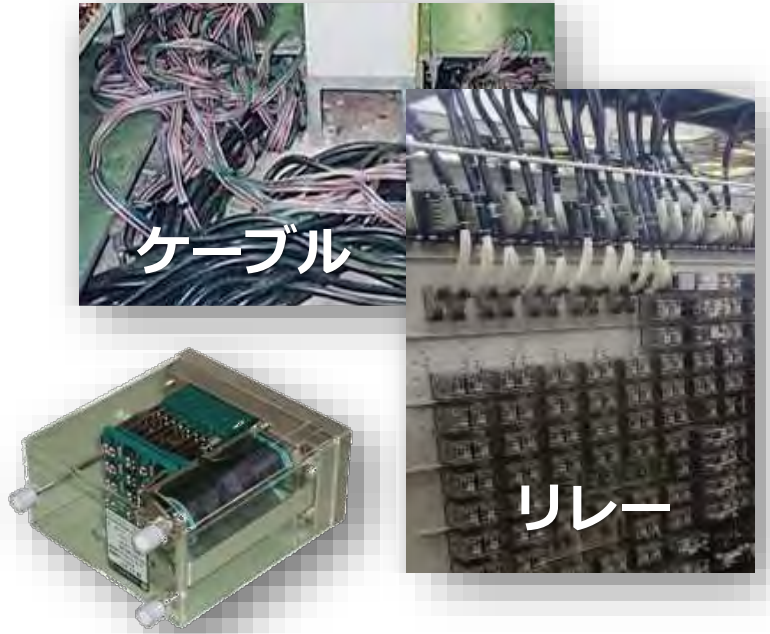
目視で伝達



通信で伝達

『制御』手法の見直し

ケーブル・リレー



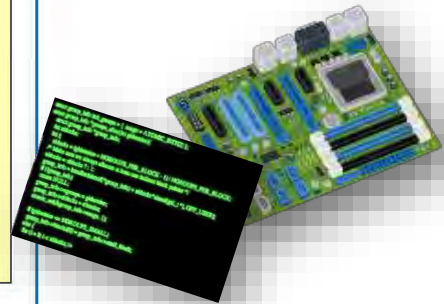
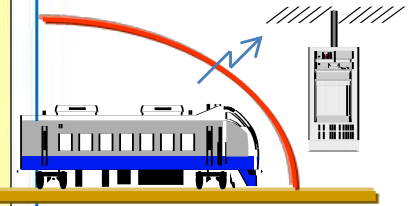
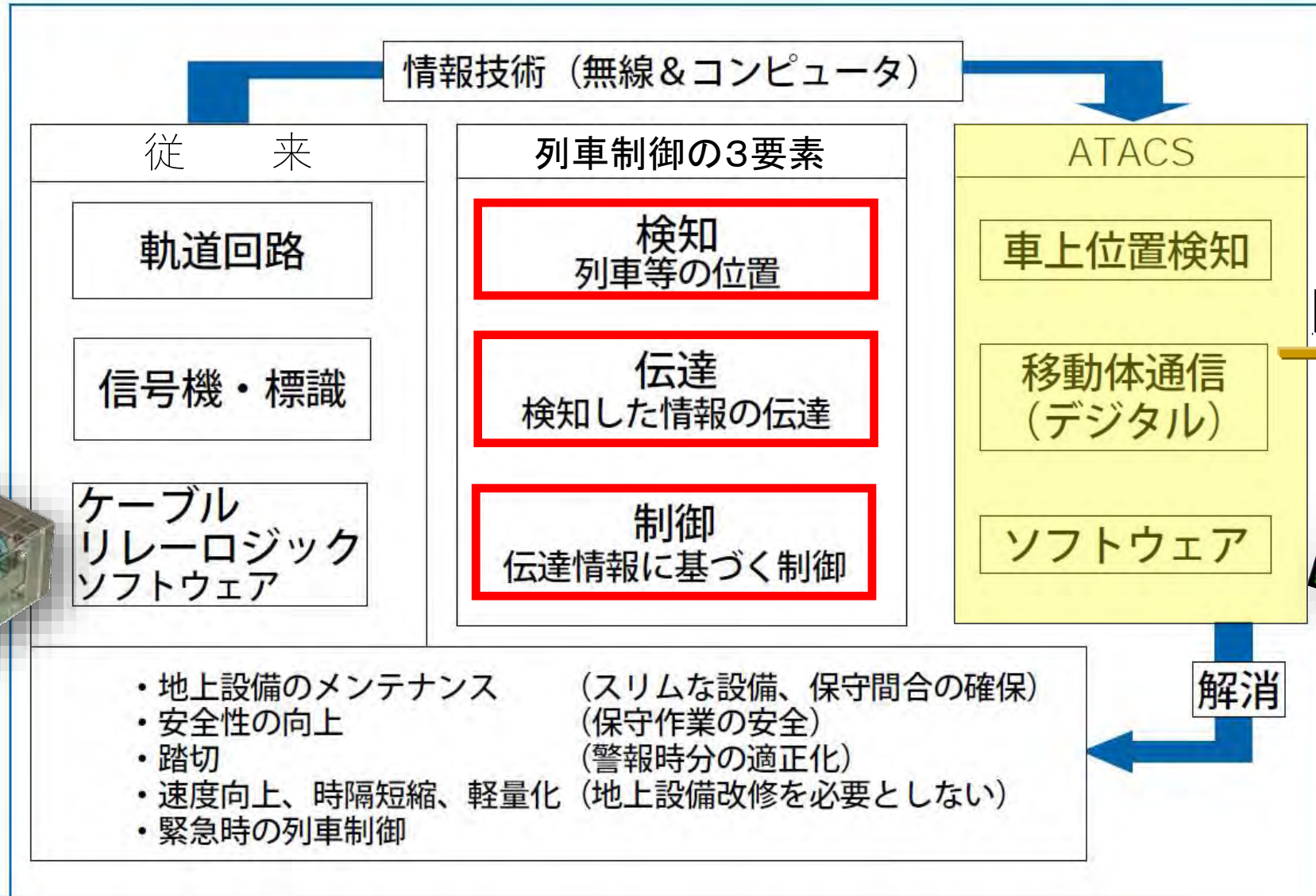
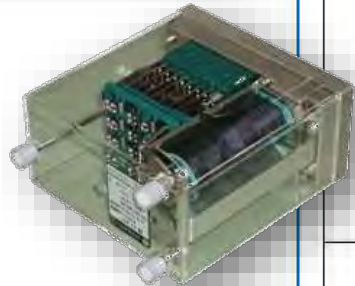
電気回路で制御

ソフトウェア



ハード・ソフトで制御

ATACSによる列車制御システムの革新



ATACSの導入効果

○安全性の向上

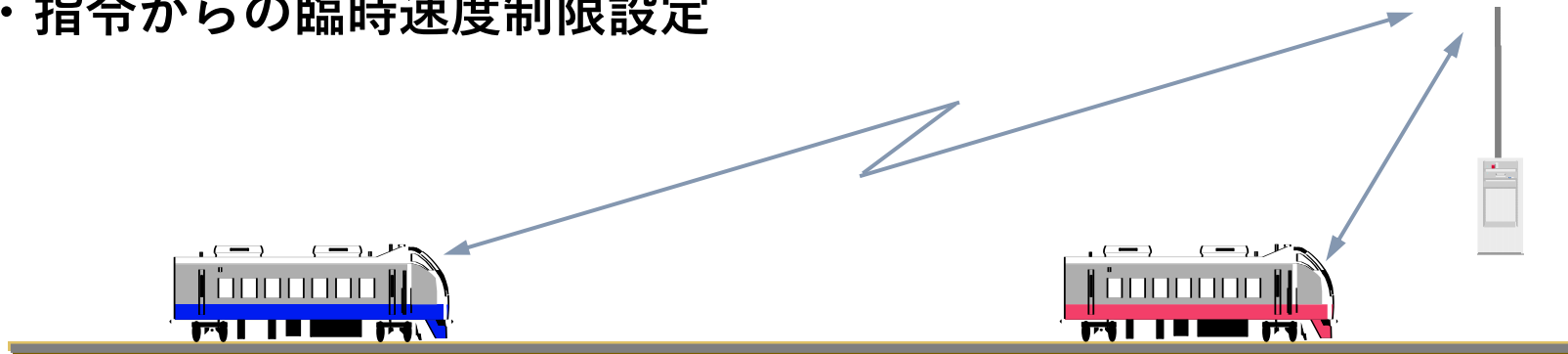
- ・ 連続制御による安全性の向上（ATS：点制御）
- ・ 踏切制御における安全性の向上（パターン防護による無しゃ断の根絶）

○信頼性の向上・コストダウン

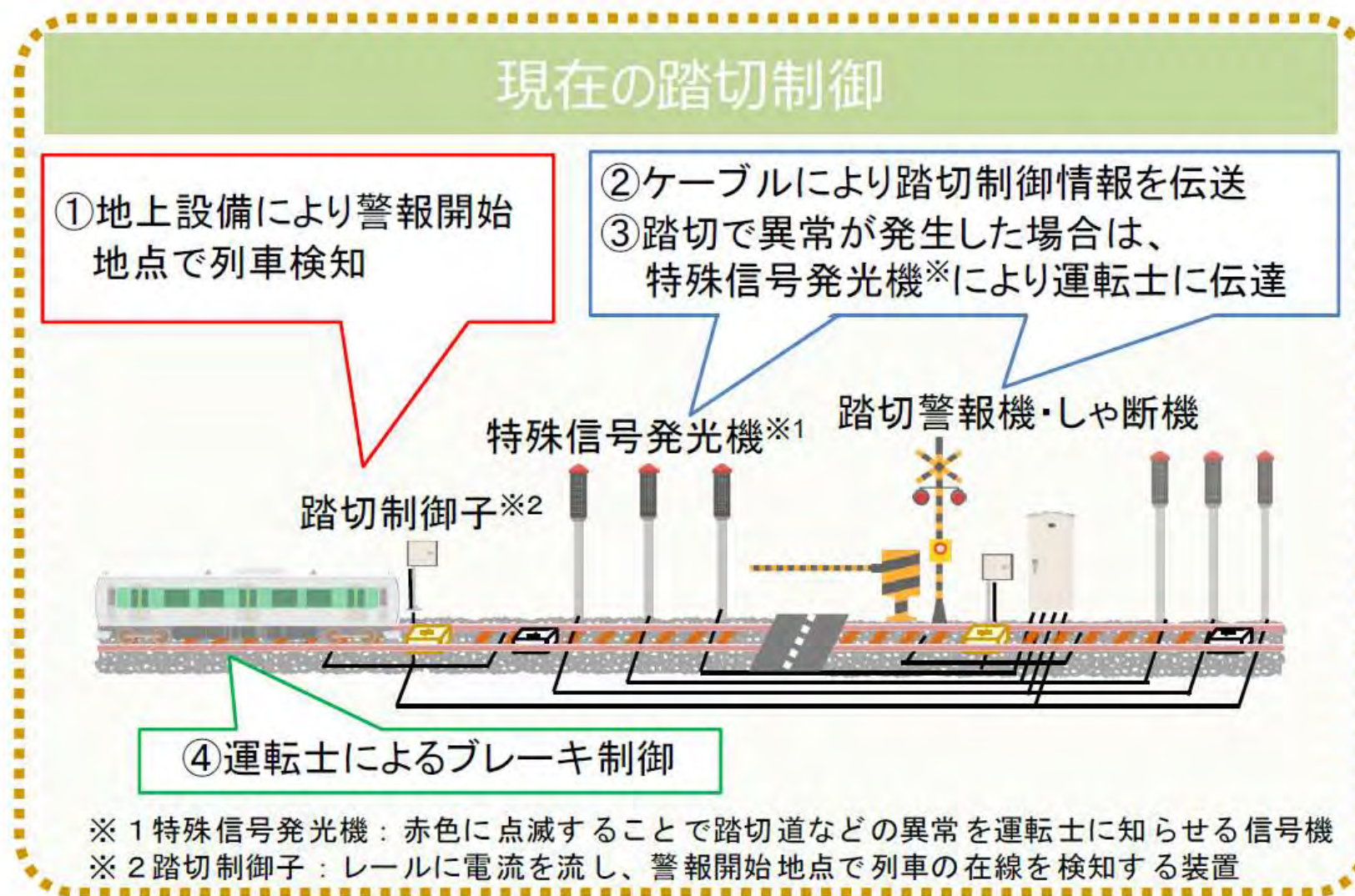
- ・ 軌道回路、地上信号機等のスリム化

○高機能化

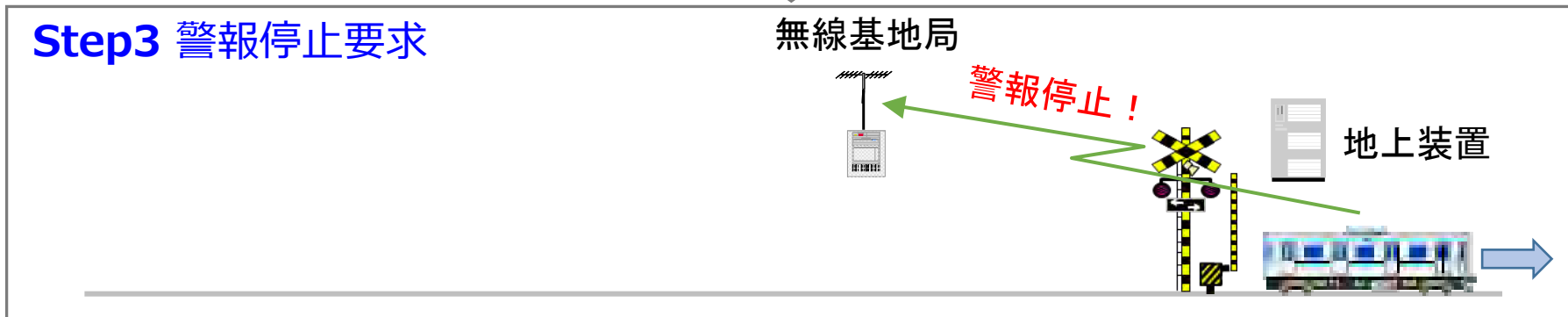
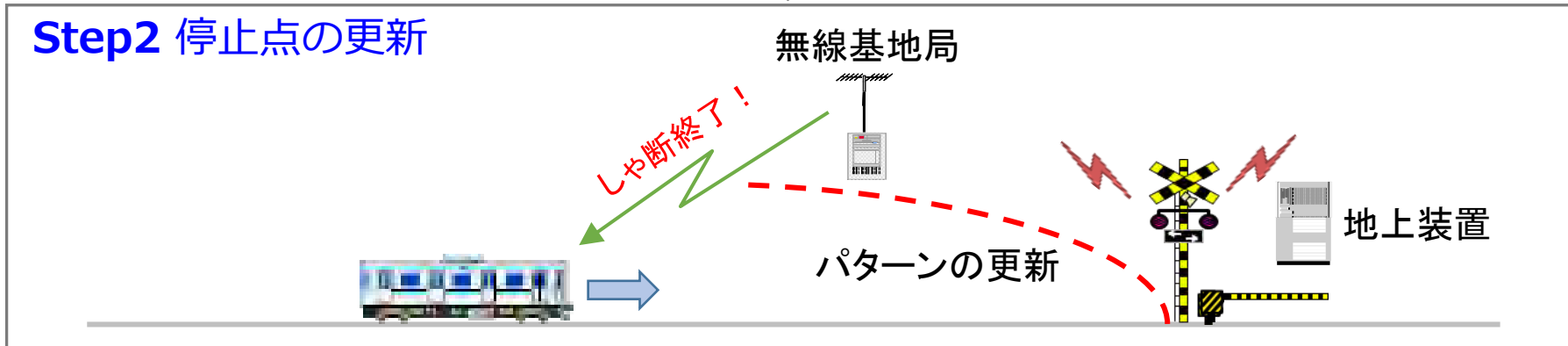
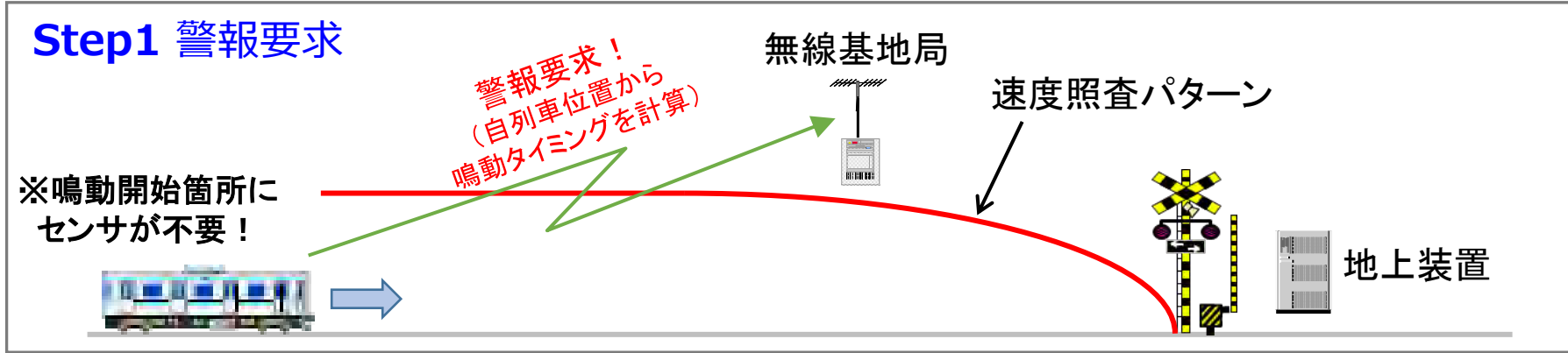
- ・ 踏切警報時分の適正化（地点制御から時間制御へ）
- ・ 指令からの臨時速度制限設定



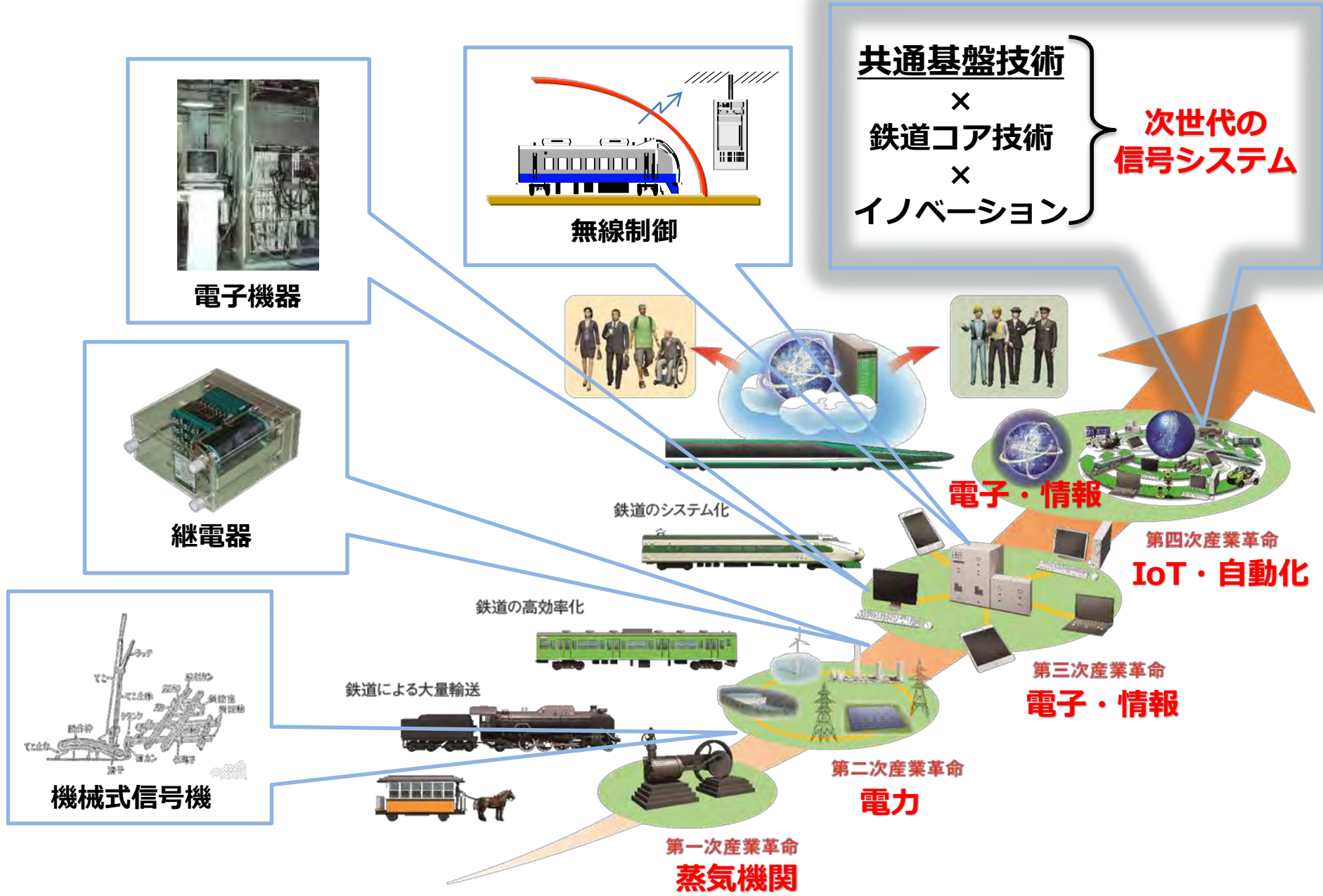
一般的な踏切制御システム



ATACSの踏切制御方式 ～列車制御と踏切制御の融合～



次世代の信号システムとは？ ～「共通基盤技術」の活用が鍵～



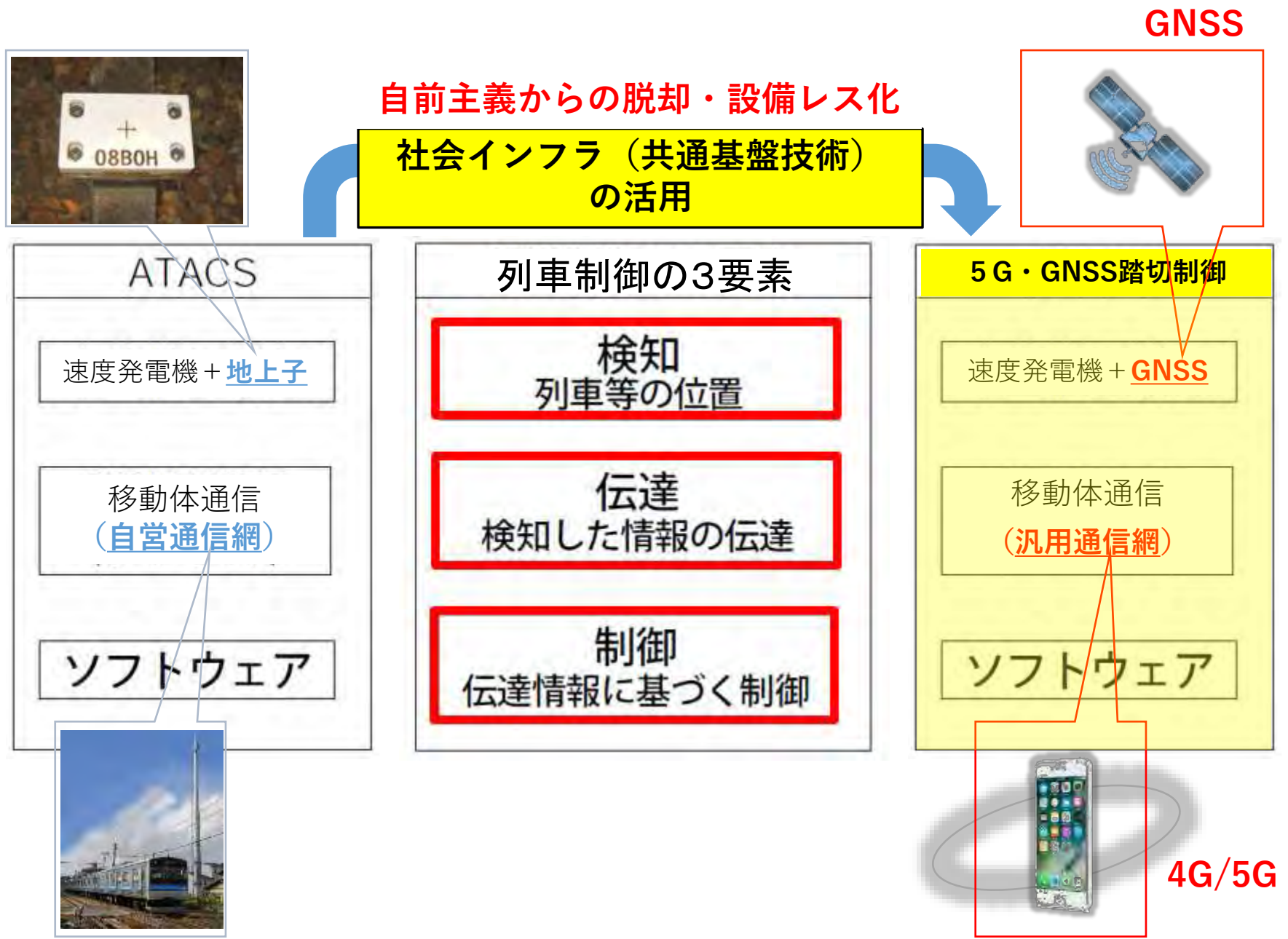
共通基板技術（GNSS・5G等）の発展が期待



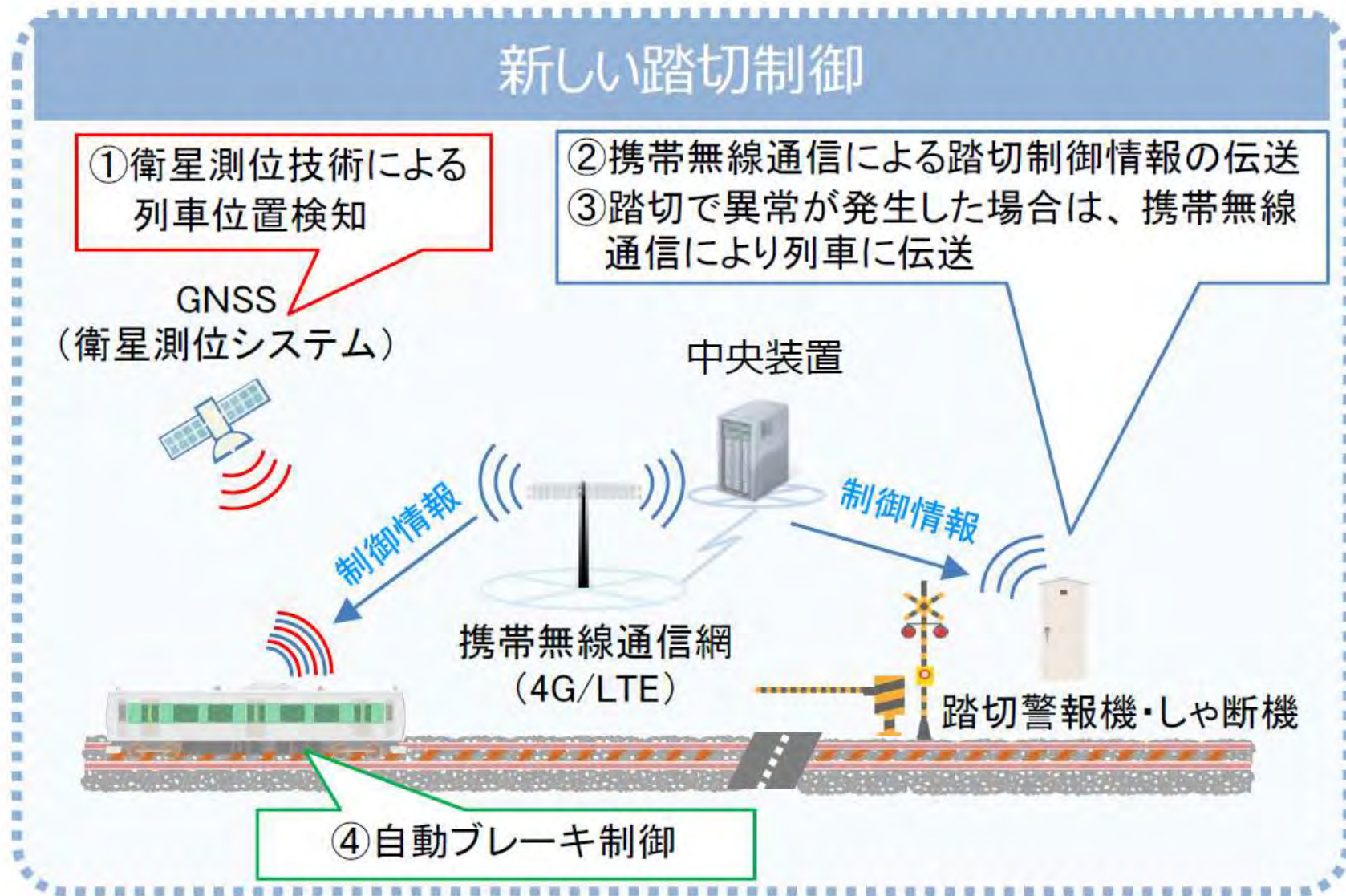
伝送技術（5G：第5世代移動通信）や位置認識技術（GNSS：衛星測位）等の共通基盤技術の発展により、モビリティに関する社会インフラの高度化が期待できる。



5G・GNSSの活用 ～「自前主義」から「設備レス」へ～



GNSS および携帯無線通信網を活用した新しい踏切制御システム



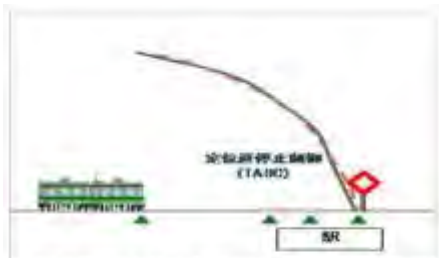
ATACSの今後（自動運転との関係）



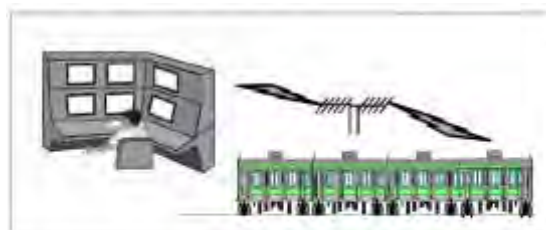
ホームドア



車載ホームモニタ

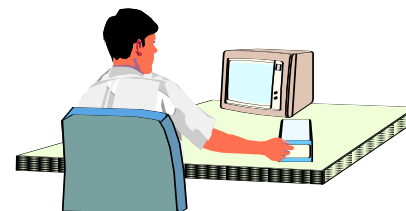


自動運転装置（ATO）
又は定位置停止装置（TASC）

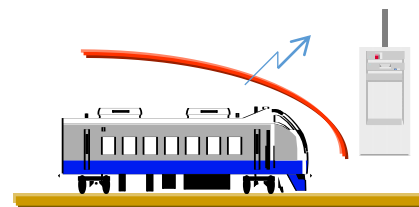


指令-客室間通話機能

- ・ 臨時速度制限
- ・ 緊急停止
- ・ 運転再開支持 等



指令



ATACS

- ・ フルスクリーンホームドア
- ・ 線路内モニタリングシステム
- ・ 避難経路明示
- ・ 車両ドア制御
- ・ 指令画像モニタ強化 等



車掌レスワンマン

（ホームドア + ATO + 車載モニタ + 客室通話）

ドライバレスワンマン

（指令機能強化 + ATACS）

無人運転

（今後検討）

ATACSの持つ地上・車上間伝送機能によりドライバレス運転が実現

目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. ルールメイキング参画の重要性
5. まとめ

「説得」の国際分布 ～「異文化理解力(The Culture Map)」～

イタリア ロシア ドイツ アルゼンチン スウェーデン オランダ オーストラリア 中国
フランス スペイン ブラジル メキシコ デンマーク イギリス カナダ アメリカ



原理優先



日本

応用優先

製品の品質を語るときに「高品質を作り出す原理」のような理論をベースにした説得を好み、故障実績は個別の環境・事情が反映されておりエビデンスにならないという思想。

⇒ トップダウン的発想

製品の品質を語るときに「〇〇年間故障ゼロ」のような個々の事実をベースにした説得を好み、過去の実績こそが重要なエビデンスになるという思想。

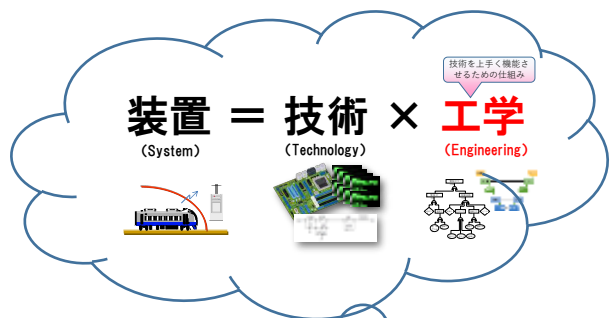
⇒ ボトムアップ的発想

分かり合えない「原理優先」 VS 「応用優先」

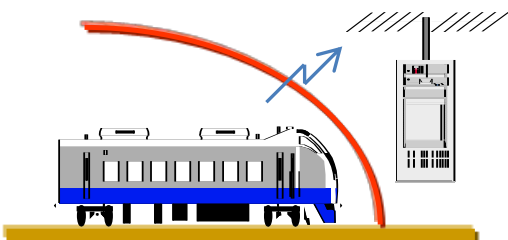
ものづくりの原理

実際のものづくり

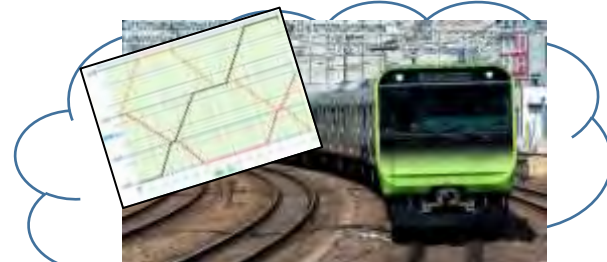
応用結果としての品質



原因



結果



結果オーライの品質では買えない…

なぜ実績を認めてくれないのか…

原理優先

品質の高い製品を作る「原理」を教
えて欲しいのに…



応用優先

応用結果としての「実績」を説明し
ているのに…

グローバル市場における説明責任の必要性

- これまでの日本企業は、利用者の要望に個々に答えることで高品質というブランド力を築いてきた
 - 実際、日本製のソフトウェアの品質は海外に比べて1桁以上高いとの調査報告もある
- しかしながら、グローバル市場においては客観的・合理的な説明が必要
 - 会計処理における公認会計士による会計監査の必要性と同等

客観的・合理的な説明

- 国際標準（ISO/IEC）等、世界的に合意されている基準類を用いた説明、または、それに準じた説明 → 規格適合、規格認証 等
- 専門性のある第三者による説明 → 第三者確認、第三者証明 等
- 公的な機関による説明 → 公的認証、規制 等

「国際規格」 (international standard) とは…

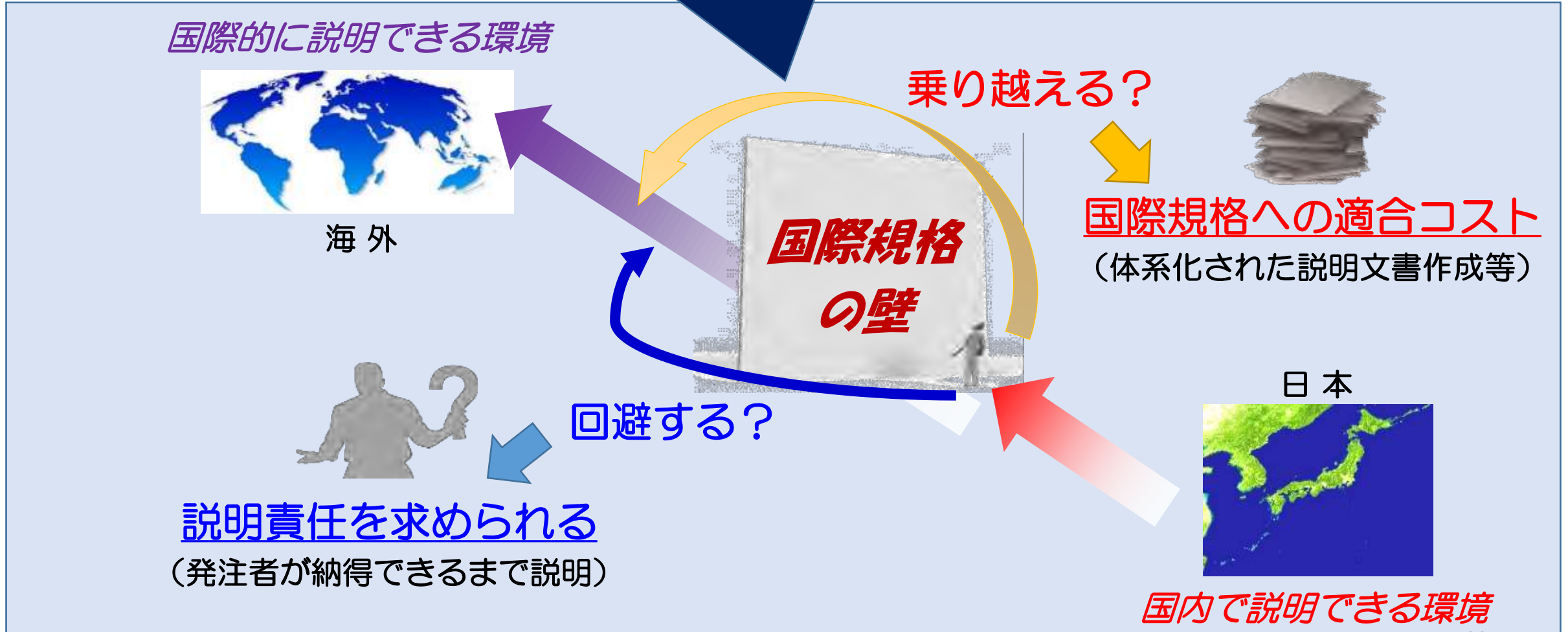


《留意》※印は世界で広く使用されている規格。広義に「国際規格」と総称されることもあるが、厳密には、狭義の「国際規格」ではない。

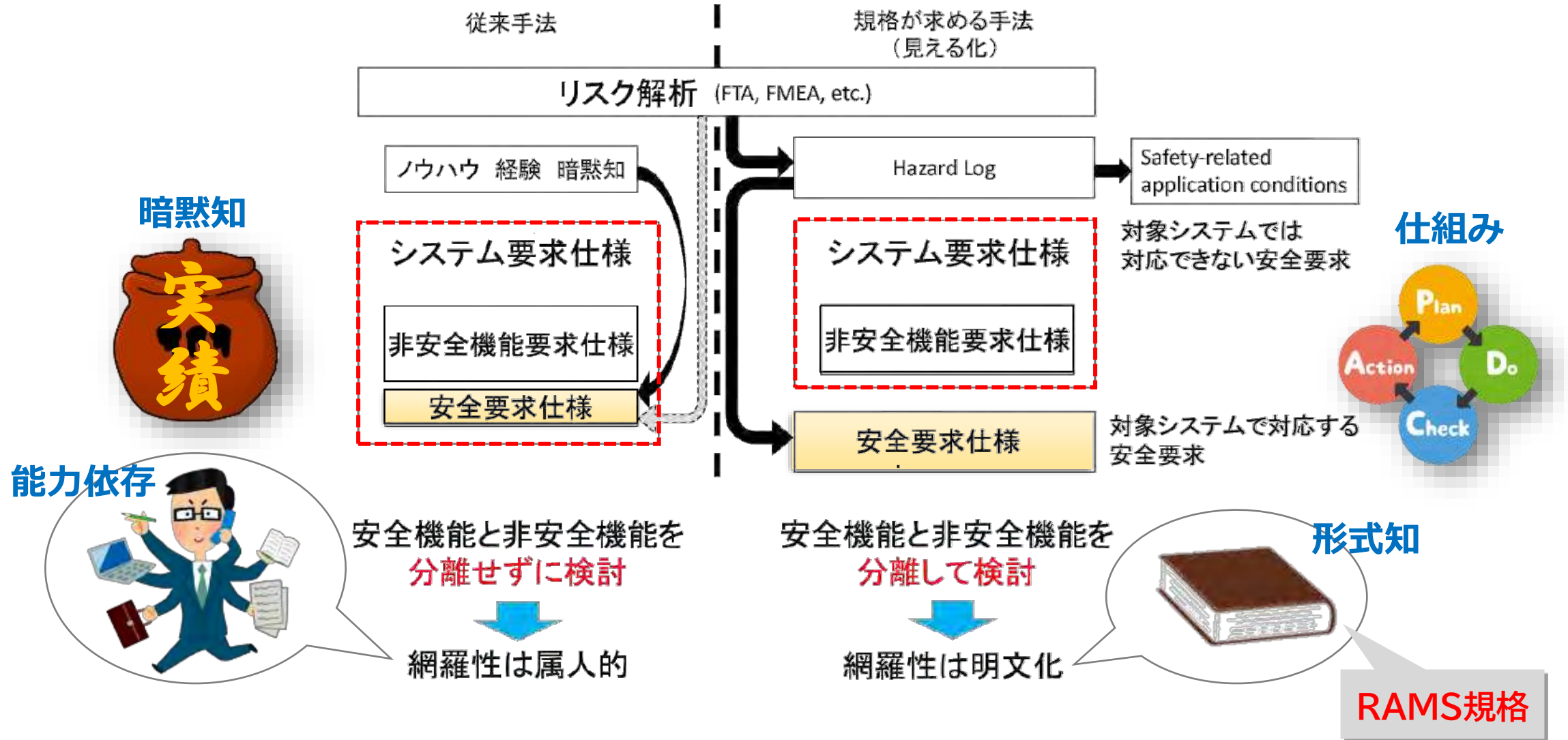
凡例	
ISO：国際標準化機構（電気以外）	IEC：国際電気標準会議（電気関係）
ITU：国際電気通信連合（通信関係）	EN：欧州規格
IEEE：芸国電気電子技術者協会	IRIS：国際鉄道産業規格

国際ビジネスにおける国際規格の壁と説明責任

どちらの道を選んでも「説明責任」を果たす必要がある（実績のみではNG）。



日本の鉄道における従来の技術管理手法と国際規格が求める手法の差



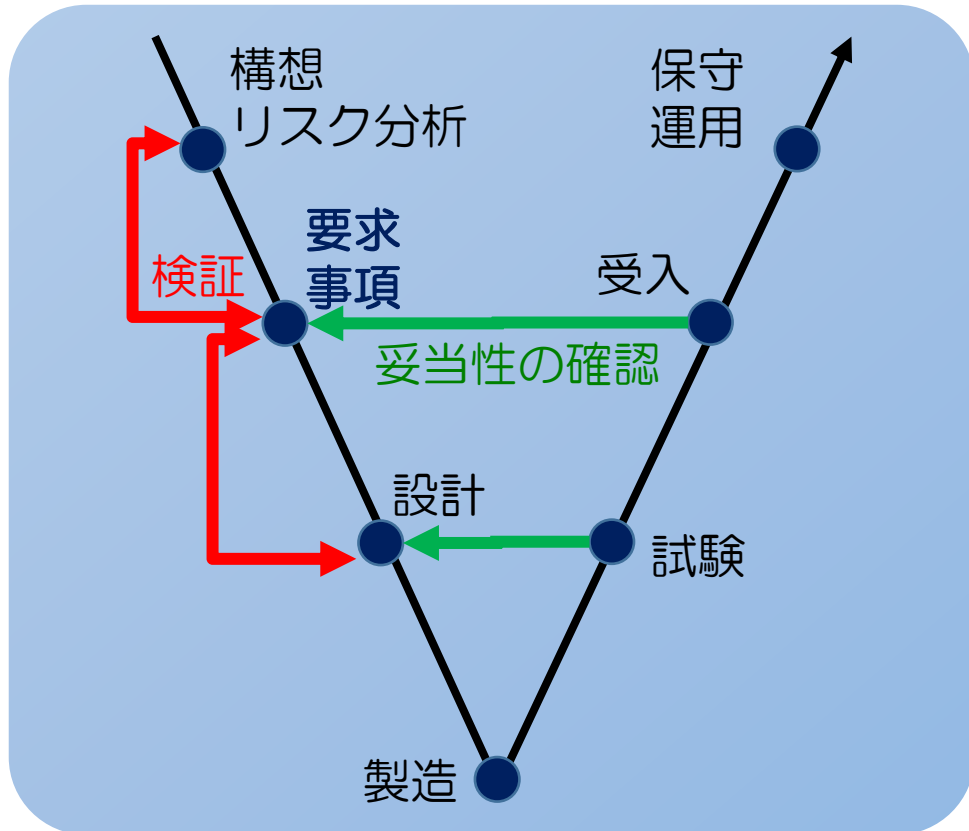
RAMS規格 ～鉄道分野の機能安全規格～

「信頼性（**R**）・アベイラビリティ（**A**）、保守性（**M**）、安全性（**S**）」の評価手法を国際規格化

鉄道システムのライフサイクルを通じて、経済性に照らして総合的かつ良好なバランスで維持されることを要求する規格。各指標の頭文字をとってRAMSとよばれる。

システムの構想段階から始まってリスク分析→設計→製造→試験→受入れ→運用保守→撤去等、全ライフサイクルにおいて、各段階で実施すべき事項や作成すべきドキュメントが体系的に示されている。

「RAMS規格」 → 説明責任の履行



① RAMSのVモデルとPDCAの設定

トレーサビリティとドキュメンテーションについて計画的・体系的にプランを作成

② V&Vの実施

● 検証 (Verification)

各工程の成果物が、前後の要求事項を満たしているか確認する

● 妥当性の確認 (Validation)

製造されたシステムが、仕様の要求事項を満たしているか確認評価する工程

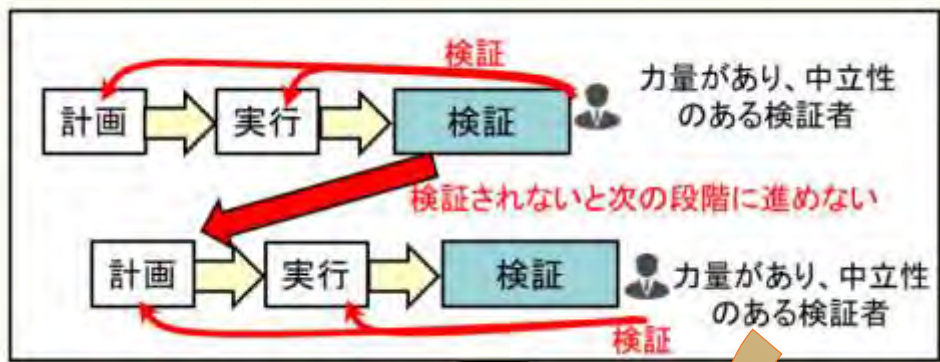
③ 論拠の作成

RAMSを証明する各種書類の整備

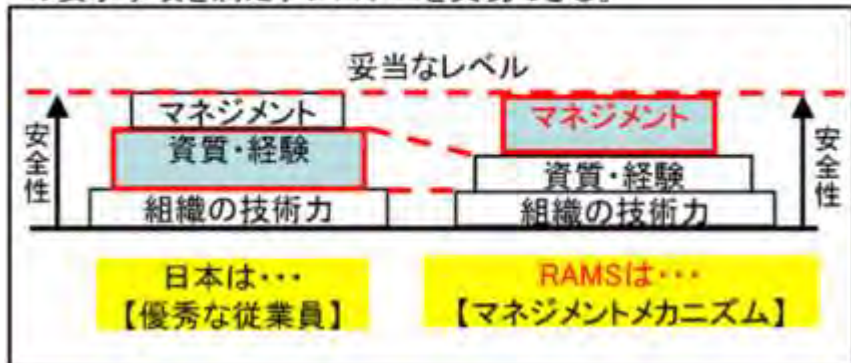
第三者の認証機関による認証を行う



国際規格（RAMS）による説明責任の履行 ～PDCAでチェック～



RAMSではマネジメントメカニズムにより、安全性、信頼性等の要求事項を満たすシステムを実現できる。

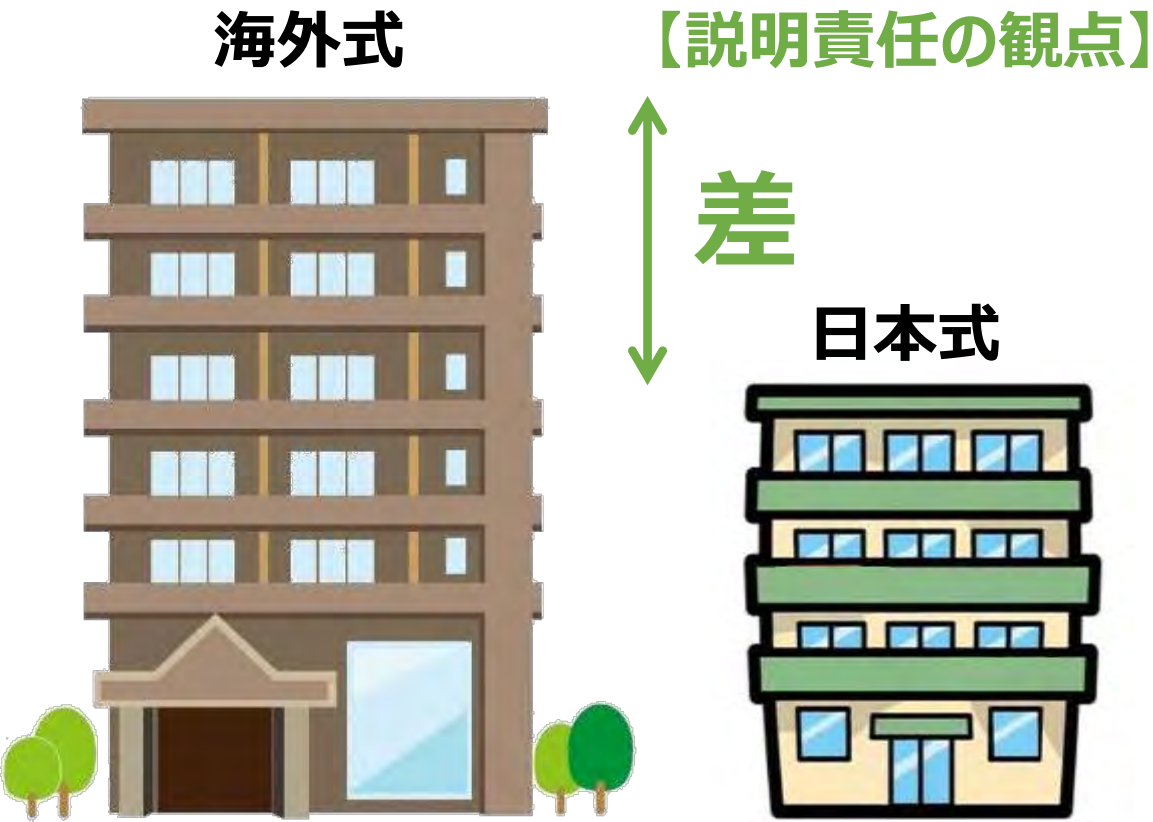


PDCA思想



説明責任における日本の鉄道の問題点

○ 「説明責任」の観点でのRAMS規格と日本式の差
➤ **日本では安全性・信頼性に関して文書で説明できる要素が極めて少ないのが現状**



- **メーカーへの要求事項が不明確**
安全性・信頼性に関する定量的な要求が不十分
- **検討経緯の記録が不十分**
鉄道事業者とメーカーとの慣習的な開発プロセスにおいて、文書による記録や説明がお互いに不十分
- **要求事項のトレースが不十分**
製品開発時における安全性・信頼性に関するプロセス管理手法が不明確

日本のやり方では国際的な説明責任を十分に果たすことができない！

鉄道の安全 ～ウナギのタレに含まれる「安全」～

- 国鉄時代の先輩達から引き継いできた「鉄道の安全・品質」は、現時点では（少しずつ新しい技術が入って味を変えながらも）「**名店のウナギのタレ**」のように引き継がれている

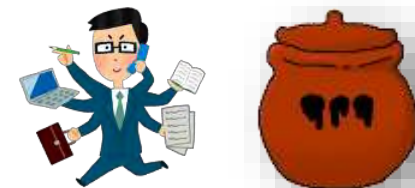
- しかし、タレの成分や配合に対する説明責任を国内では求められることが無いため「**実績**」の名のもとに胡坐をかき、「タレのレシピ」を理解していない社員もいるのでは？



- タレの味をこれから更においしく発展させるには「タレのレシピ」を理解した社員が不可欠であり、「**説明責任**」を意識して、暗黙知の形式知化を図ることが重要！

今後の鉄道の技術マネジメントのあるべき姿

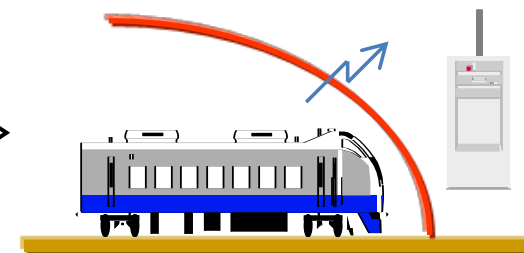
能力依存 暗黙知



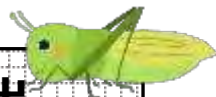
従来の日本の技術管理手法

- 過去の**ボトムアップ**な不具合対策反映 (フェールセーフ技術含む)
- 徹底的な試験の実施
- 現車を用いた試験等

実用化システム



虫の目



通常抽出される範囲
(虫の目領域)

安全上考慮すべき
全ての範囲
(理想的な領域)

鳥の目



不足分を
努力で防止
(鳥の目領域)

安全

置き換え

構想段階

実用段階

技術&プロセス



仕組み

形式知

ボトムアップに培ってきたノウハウを「仕組み」や「形式知」に置き換え、「説明責任」が果たせるようにする

⇒“イトコ取り”を目指す

国際規格が求める手法

- トレーサビリティ強化
- HAZOP等による**トップダウン**な安全性解析の実施

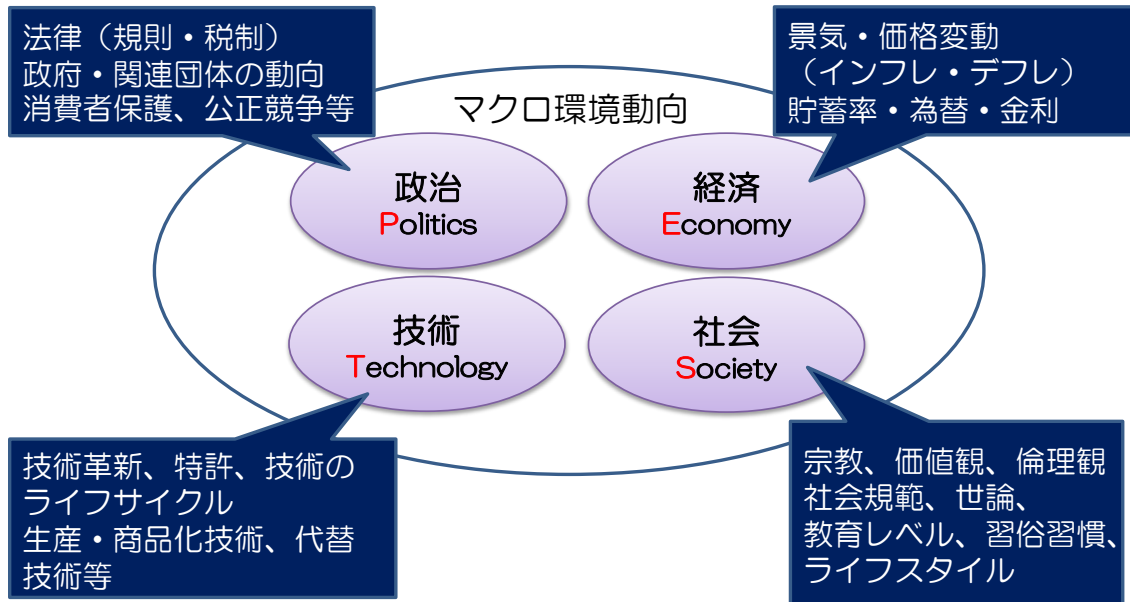
今後の鉄道の技術マネジメントを議論する場 ～IRSE日本セクション～



- ✓ 英国に本部を置く**IRSE**（**I**nstitution of **R**ailway **S**ignal **E**ngineers：鉄道信号学会）は、世界で唯一の鉄道信号に関する研究組織
- ✓ 2017年11月、長岡技術科学大学の**平尾名誉教授がチェアマンとなり「日本セクション（日本支部）」が発足**し、現在約80名の信号技術者（鉄道事業者・メーカー・研究機関）が集まり活動を行っている
- ✓ 日本セクションでは**複数の「研究グループ」を立ち上げ**、グローバルな視点で鉄道信号分野の課題や将来展望について研究・発表を行っている
- ✓ 成果は日本セクションが開催する**定期的な研究会において発表され、忖度の無い質疑が展開**される。IRSE本部のプレジデントを研究会に招待し、意見をいただくことも

今後の鉄道の技術マネジメントを議論する場 ～IRSE日本セクション～

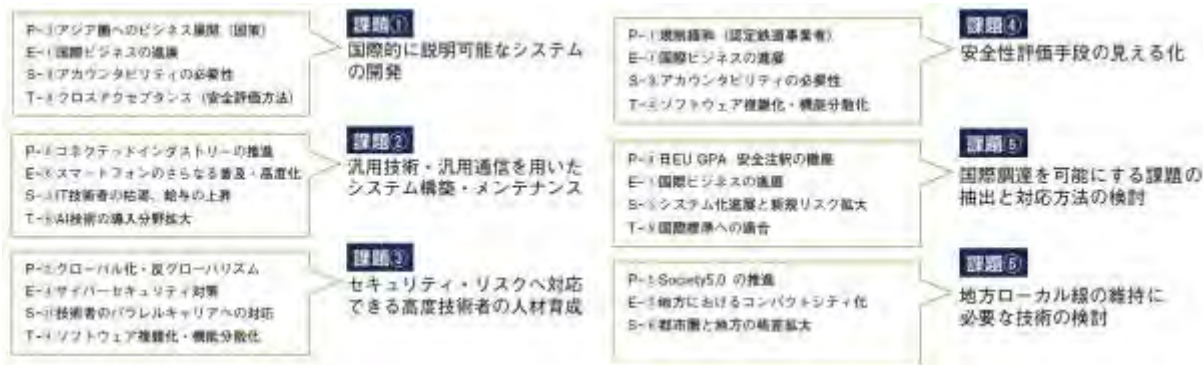
PEST分析によるテーマ選定



P/E/S/Tごとにキーワードを選定

P/政治	E/経済
①規制緩和（認定鉄道事業者） ②グローバル化・反グローバリズム ③アジア圏へのビジネス展開（国策） ④日EU GPA 安全注釈の撤廃 ⑤Society5.0の推進 ⑥コネクテッドインダストリーの推進	①国際ビジネスの進展 ②中国経済の台頭 ③ビッグ3の再編 ④サイバーセキュリティ対策 ⑤地方におけるコンパクトシティ化 ⑥スマートフォンのさらなる普及・高度化 ⑦インバウンドビジネス ⑧インフラ老朽取替 ⑨地方鉄道事業者の経営難
S/社会	T/技術
①少子高齢化・高学歴化 ②ダイバーシティ（外国人労働者含） ③IT技術者の枯渇、給与の上昇 ④ホームドア、ATOの導入拡大 ⑤システム化進展と新規リスク拡大 ⑥都市圏と地方の格差拡大 ⑦ESG経営・SDGs ⑧アカウンタビリティの必要性 ⑨大規模災害（震災・台風・洪水等） ⑩温暖化対策 ⑪技術者のパラレルキャリアへの対応	①自動車自動運転の進展（安全性技術） ②サブスクリプションの進展 ③Maas（予約・決済の統合）の導入 ④ソフトウェア複雑化・機能分散化 ⑤ネットワーク・無線通信技術の進化 ⑥AI技術の導入分野拡大 ⑦バーチャル技術の進展 ⑧クロスアクセプタンス（安全評価方法） ⑨国際標準への適合 ⑩海外で通用するインテグレーター不足 ⑪地方鉄道事業者の技術維持の課題

各キーワードの掛け算で研究テーマを選定



今後の鉄道の技術マネジメントを議論する場

～IRSE日本セクション～

～PEST分析を活用した研究テーマの選定～

P-③アジア圏へのビジネス展開（国策）

E-①国際ビジネスの進展

S-⑧アカウントビリティの必要性

T-⑧クロスアクセプタンス（安全評価方法）

国際的に説明可能なシステム
開発のあるべき姿について 等

P-①規制緩和（認定鉄道事業者）

E-①国際ビジネスの進展

S-⑧アカウントビリティの必要性

T-④ソフトウェア複雑化・機能分散化

客観性を確保したシステム
安全性解析手法の確立 等

P-④日EU GPA 安全注釈の撤廃

E-①国際ビジネスの進展

S-⑤システム化進展と新規リスク拡大

T-⑨国際標準への適合

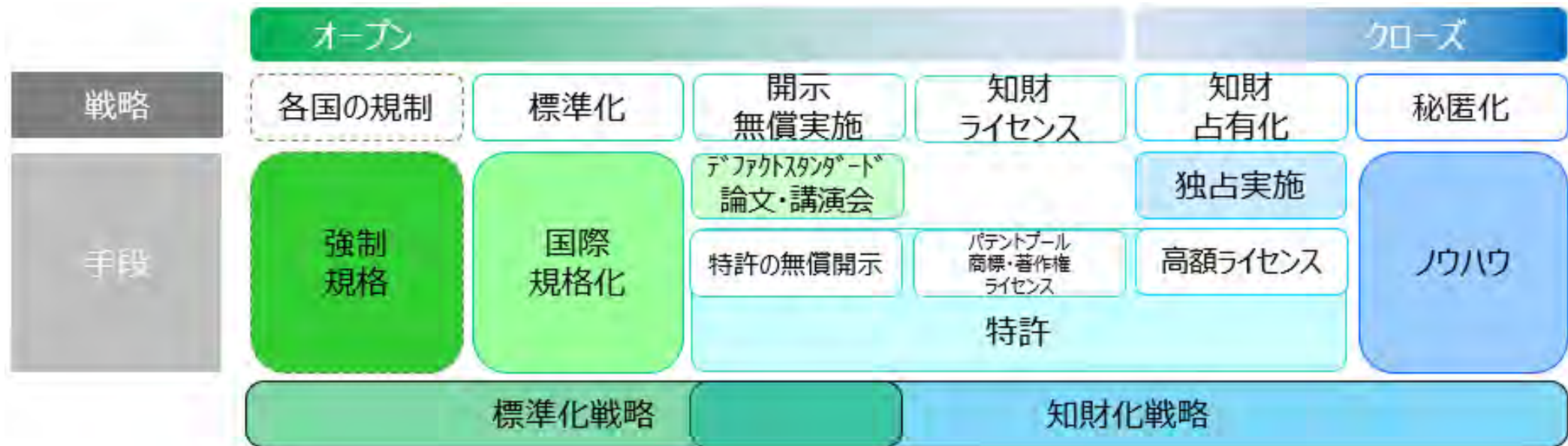
海外システム調達における
課題の抽出と対応方法 等

目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. ルールメイキング参画の重要性
5. まとめ


オープン・クローズ戦略 ～標準化と知財化のバランス～

「標準化戦略」の前に、「オープン・クローズ戦略」（標準化&知財化の戦略）を考える事が必要！




標準化戦略のメリット

- ・製品共通化（品質確保）
- ・製品市場拡大
- ・社会的信用確保(訴訟リスクヘッジ含)



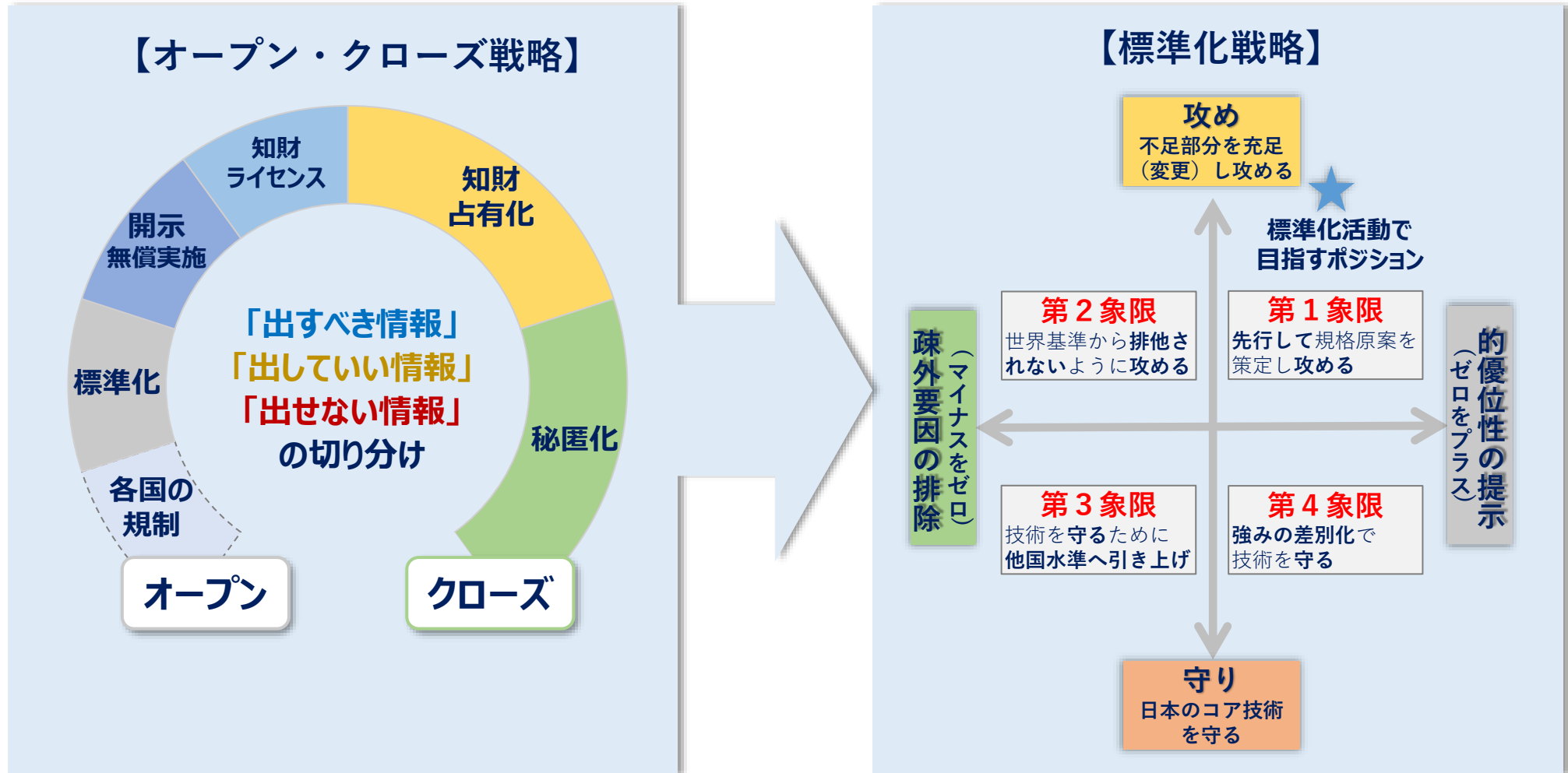
知財化戦略のメリット

- ・製品差別化（模倣・紛い物防止）
- ・自社シェア比率拡大
- ・権利確保（ライセンス収入）



オープン・クローズ戦略をベースとした標準化戦略

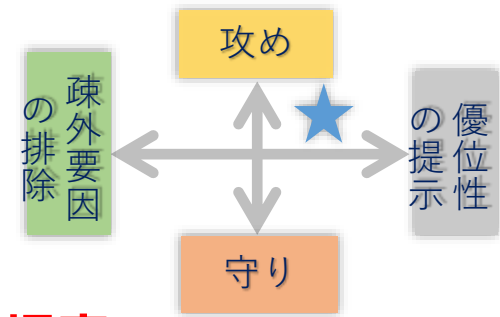
「オープン・クローズ戦略」で「出すべき情報」を明確化し、標準化戦略につなげる



標準化戦略 第1象限 ～先行して規格原案を策定～

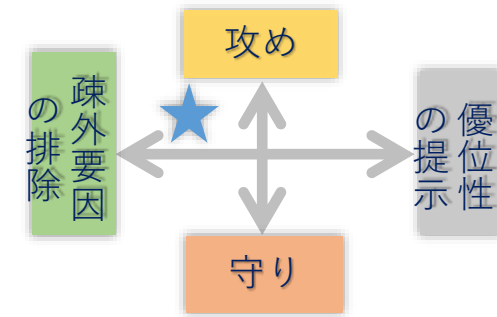
(例) 世界の鉄道には様々な「防災システム」が存在するが、日本は防災大国のため、様々なノウハウを持っている。

⇒日本からISO規格/TC269 (鉄道) /SC3 (オペレーション&サービス) にて規格化を提案



標準化戦略 第2象限 ～世界基準から排他されない～

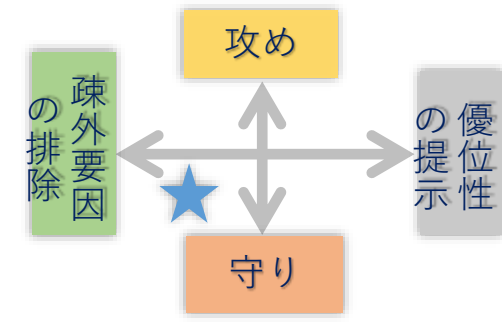
(例) IEC/TC 9 (鉄道分野) において「サイバーセキュリティ」
について国際規格化に向けた議論を実施中。
欧州制定のCLC/TS50701 (欧州向けの技術仕様書) をベースに開発。



標準化戦略 第3象限 ～他国水準へ引き上げ～

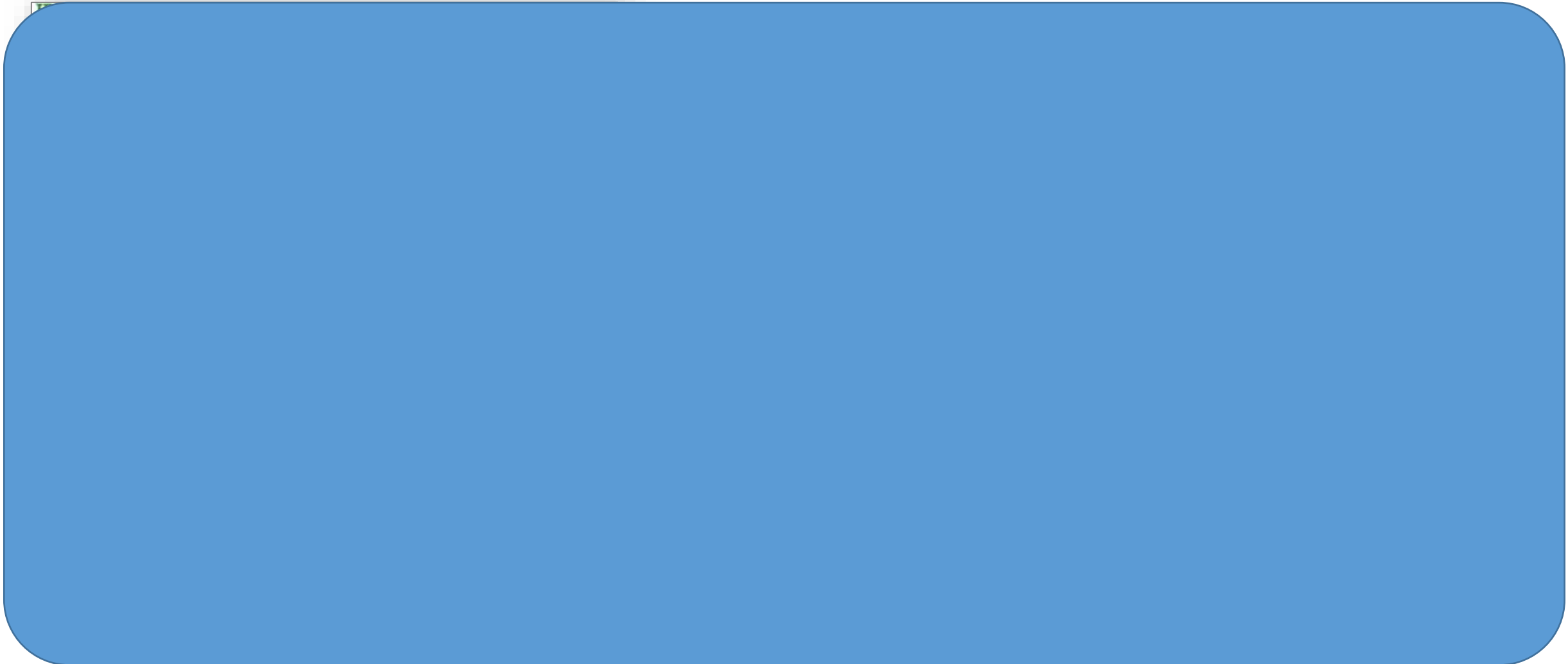
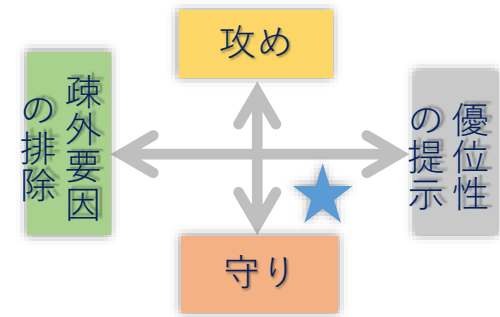
(例) RAMS規格への取り組み

各技術系等毎に、RAMS規格に対応した業務に対応すべく検討を実施中

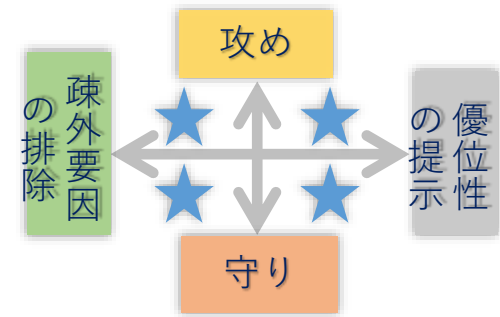


標準化戦略 第4象限 ～強みの差別化～

(例) 「新幹線技術提案資料」の作成・活用
日本の「新幹線」の客観的・技術的優位性について定量的に解説



標準化戦略 全象限 ～体質を変えてゆく～



(例) 業務の標準化・規格化をテーマに社内コンペを実施。業務に指標をもたせ、ターゲットを明確にする事により、形式知化・統一化・効率化を狙う

標準化前



- 暗黙知
- 不統一
- 非効率

改善提案

コンペ実施



- 本質(KPI)抽出
- 再構築
- 仕組み化

具体化

標準化後

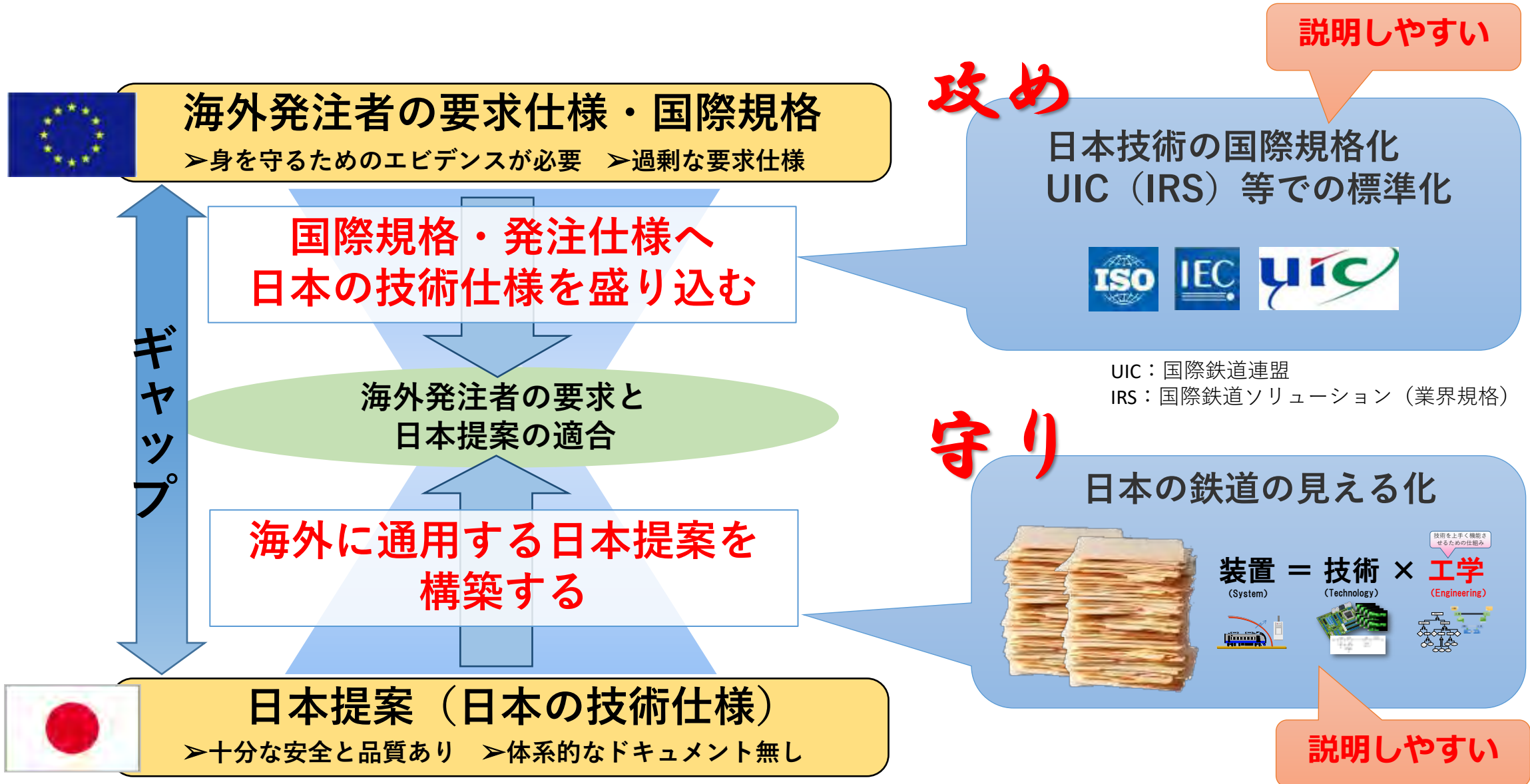


- 形式知
- 統一化
- 効率的

コンペティション (1年目)

フォローアップ (2年目)

JR東日本における標準化戦略（まとめ）



目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. **ルールメイキング参画の重要性**
5. まとめ

日本と欧州の「説明責任」から見たギャップ

 **海外発注者の要求仕様・国際規格**
➢身を守るためのエビデンスが必要 ➢過剰な要求仕様

ギャップ拡大のリスク!
(欧州・中国等から新規規格提案多数)
↓
規格審議に参画し、日本の意見を主張



 **日本提案 (日本の技術仕様)**
➢十分な安全と品質あり ➢体系的なドキュメント無し

↑
ギャップ
↓



説明しやすい



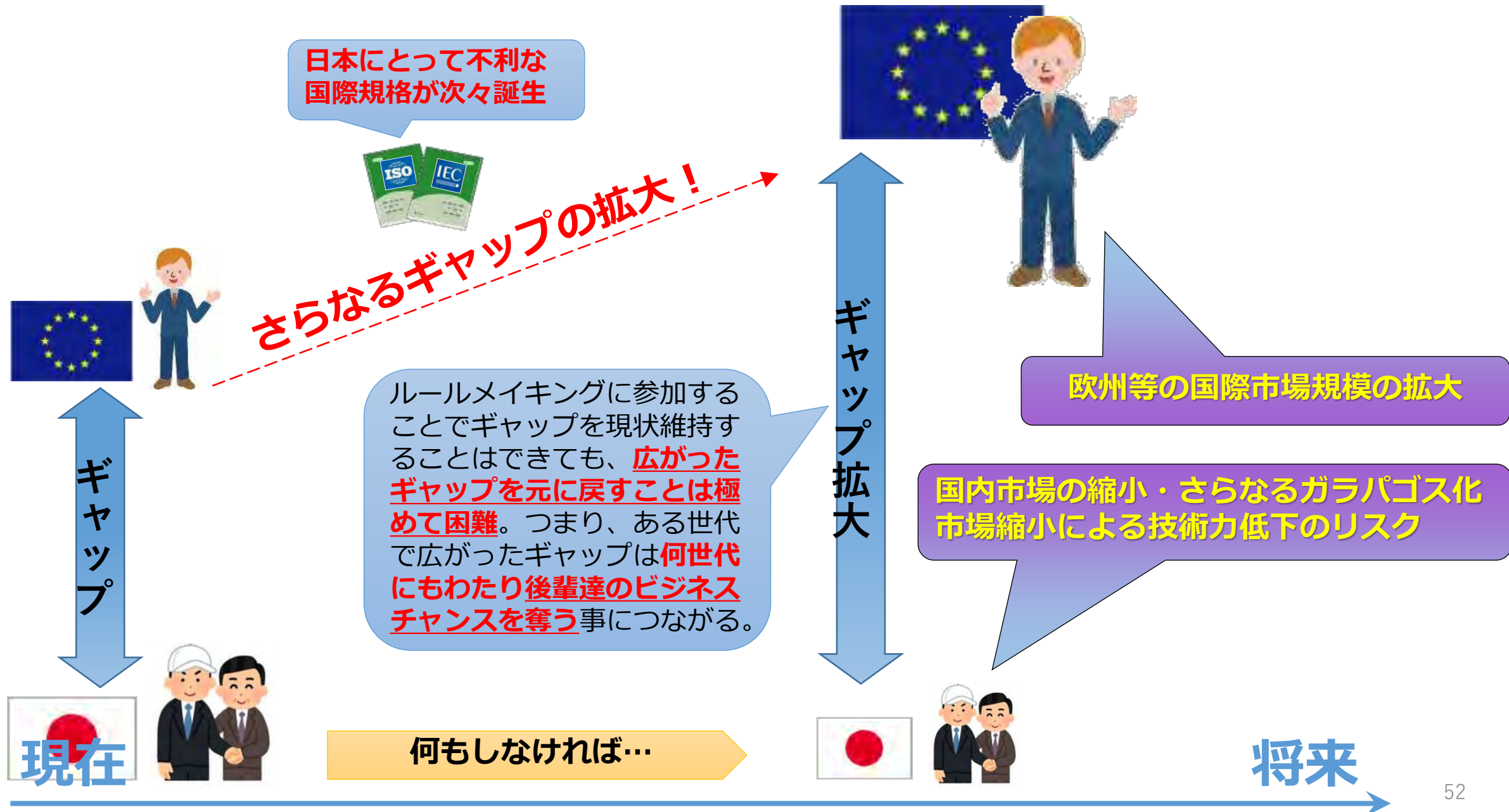
世界標準の
ルール

説明しにくい



日本国内の
ルール

ルールメイキングに参加しないと...



多くの鉄道の経営幹部は「規格（ルール）」の怖さを理解していない

自社のビジネスに影響するか明確でない

たぶん国や規格センターが牽引するのだろう

日本の方が品質が高いのだから必要ない

規格対応を頑張っても評価されない

言い訳

- ✓費用対効果が確認できないものに対して対応はしにくい
- ✓リスクが顕在化しないうちは活動の意義が理解しにくい

⇒ 「ルールメイキング」の重要性に対する理解が欠けている

市場における評価を決めるのは「品質」だけではない

品質が「優れている」ことを示すには、それを示すための
物差しとなる「**ルール**」が必要。

例) 受験生の場合
スポーツ競技の場合
食品の場合

「試験問題」物差し
「公式ルール」が物差し
「国際食品規格」が物差し

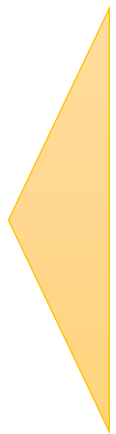


「ルール適合」より「実績」の方が大事な気もするが…
→ **国際社会では「実績」より「ルール適合」が重要**

オリンピックでは「ルールメイキング」も勝負のうち



1999年 国際スキー連盟がルールを改定
板の長さの上限を「身長+80cm」から「身長比」に改定



1998年 長野オリンピックで日本選手が活躍
(ノーマルヒル 船木・銀、ラージヒル・船木・金、原田・銅)
(ラージヒル団体 日本チーム・金)



ルールメイキングの持つ力と怖さ

～ゴールポストは変えられる～



欧州連合（EU）や米国はブルー水素における製造時の排出CO2の削減基準を引き上げた。

- ⇒ **国際規格化されると日本に不利に！**
(日本では水素関連の特許出願は世界トップだが、ブルー水素に関する明確な基準は無く、欧米の基準には適合するのは困難。欧米はブルー水素やグリーン水素の製造技術向上に注力)

「ルールメイキング」に興味を持たない日本人

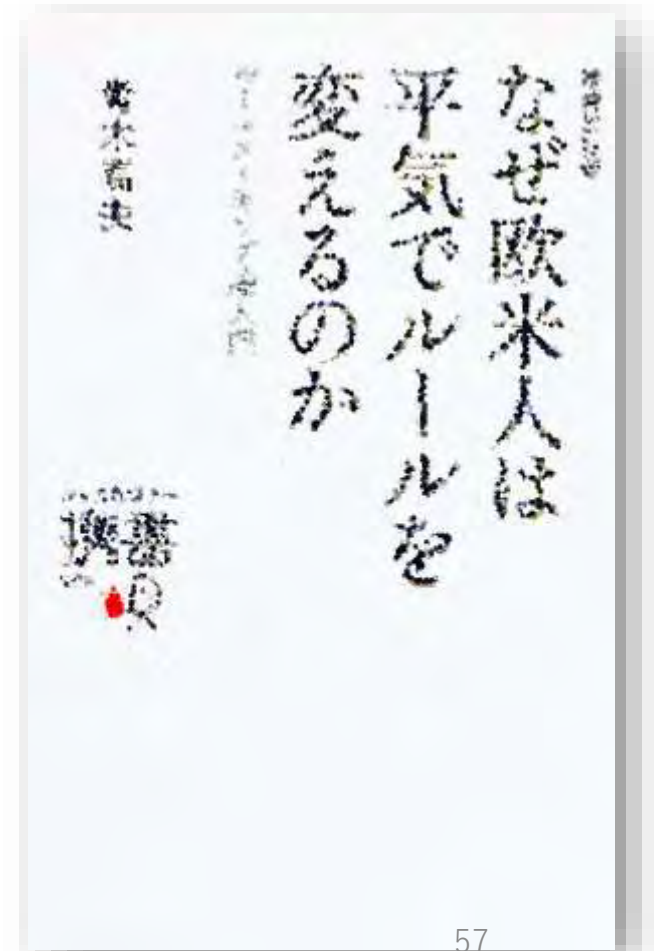
「日本人はルールを守りすぎて損をしていないか」

…勝負はルールの作り手が有利になるもの。
日本人や日本企業がルールを守るばかりで、
ルール作りに無関心なままでは、不利な戦い
を使い続けるしかありません。

(「はじめに」より)

日本人は、実質的な「品質」を重視する

(自己都合のルール変更を日本人の「美学」は嫌う)



「ルールメイキング」に興味を持たない日本人

「技術で勝る日本企業がなぜ負けるのか」

…このような状況に陥ってしまう理由は、ルールメイキング戦略という戦略思考の欠落と、ルールメイキング戦略をやり遂げるために不可欠な組織体制の構築や戦略的な経費予算の資源配分が不十分なことに起因している。

（「まえがき」より）

「ルール戦略は」は欧州から新興国へ拡大
(EUの規制を中国はじめアジア各国がコピーしている)



目次

1. 鉄道信号の安全性・信頼性技術の変遷
2. 鉄道の技術マネジメントにおける課題
3. JR東日本における標準化活動等
4. ルールメイキング参画の重要性
5. まとめ

まとめ

- 日本の鉄道の安全性・信頼性は長い間かけて蓄積された多くのノウハウによって実現している
- 技術マネジメントにおいては、ノウハウの形式知化・しくみ化を意識することが必要
- 国際ビジネスにおいては、「説明責任」を意識する必要あり
- 標準化活動は「攻め：相手を変える」と「守り：自らが変わる」の双方に取り組むことが必要
- ルールメイキングを企業戦略の一部に位置付け、戦略策定に必要なリソースの確保が必要

御清聴ありがとうございました

