

2022年8月3日

技術ロードマップ委員会 2022年度オンラインセミナー
「持続可能な未来の実現のための技術ロードマップ」

サーキュラーエコノミーに向けたロードマップ設計

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻

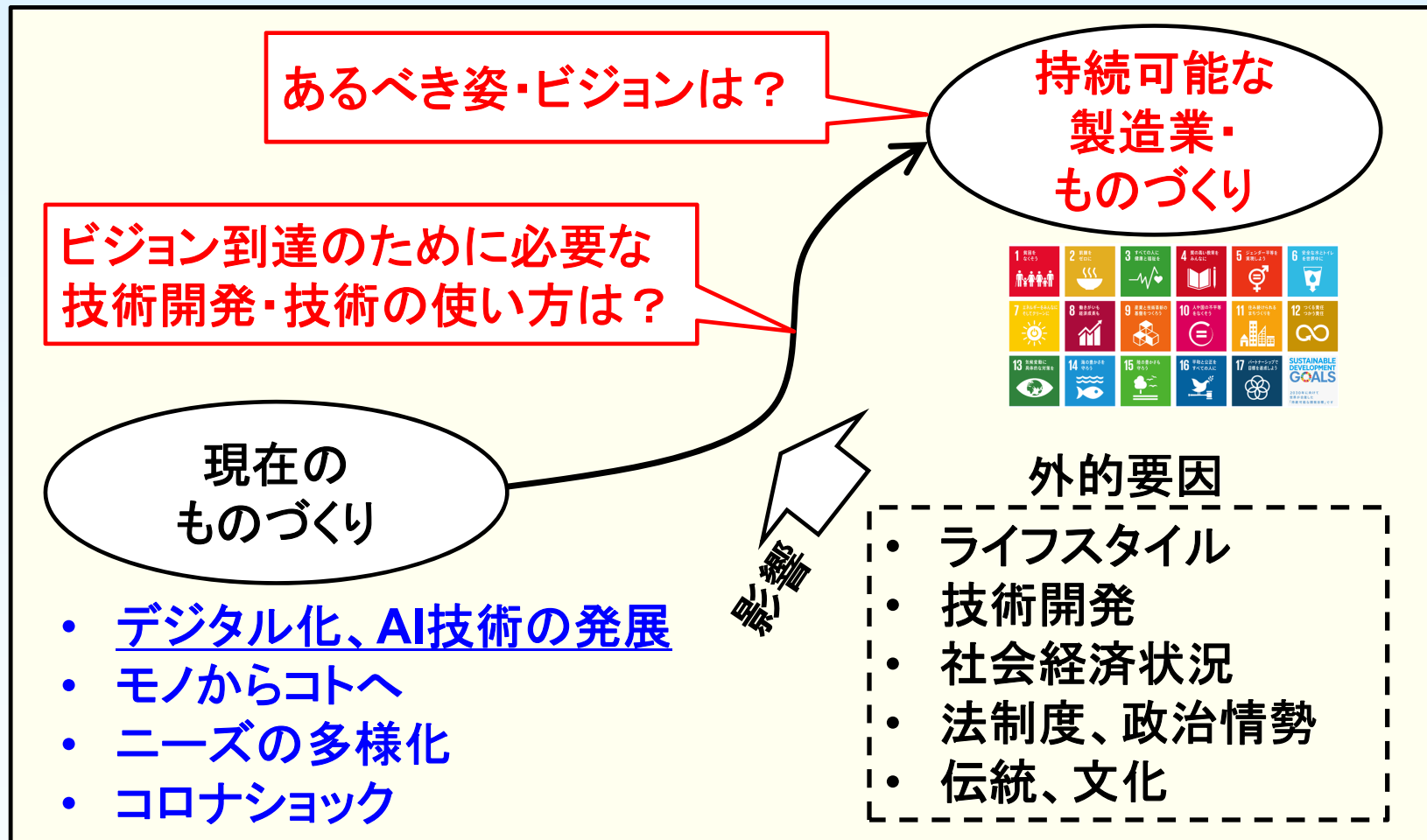
きした

准教授 木下 裕介

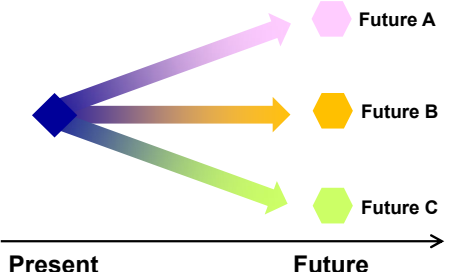
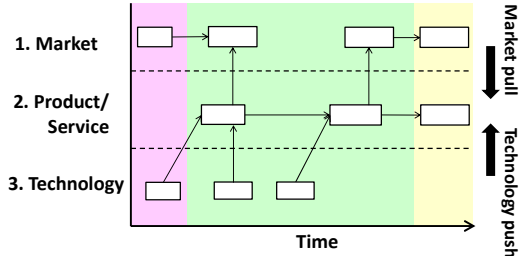
(日本機械学会技術ロードマップ委員会 委員)

kishita@pe.t.u-tokyo.ac.jp

問題認識: 将来の製造業・ものづくりのあるべき姿とは？

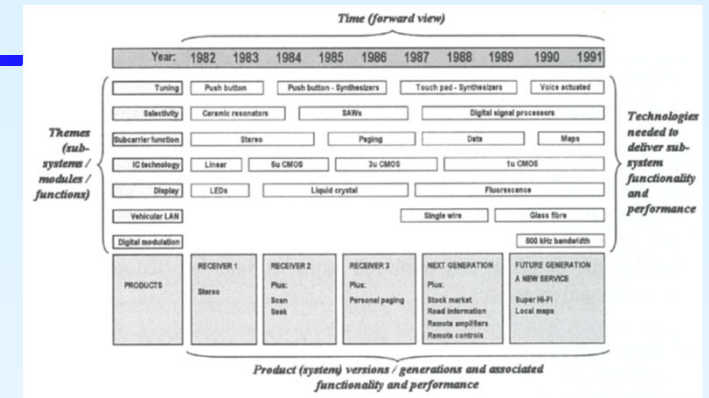


未来を描くアプローチ: シナリオ、ロードマップ

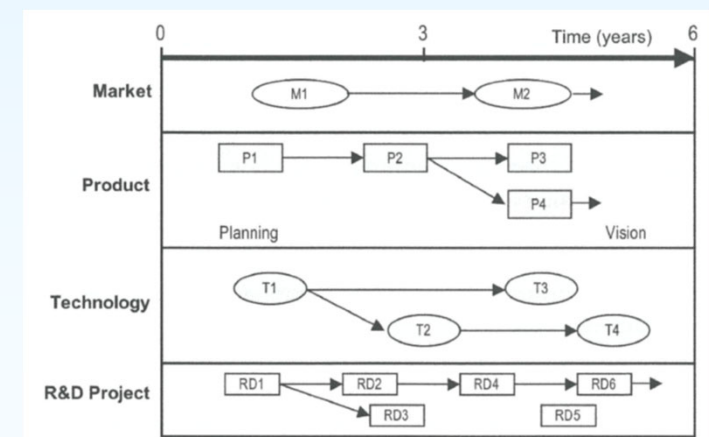
	シナリオ	ロードマップ
イメージ		
定義	起こりうる複数の未来を物語形式で描いた ストーリー (narrative story)	複数のレイヤーを用いて、時間軸に沿ってイベントの連鎖を 視覚的に表現 したもの
利点	未来の不確実性 を深く分析することにより、とりうる政策・戦略の立案を支援することができる	ステークホルダー間のコミュニケーションが容易であり、 ニーズとシーズのギャップ を明確化・可視化できる
課題	シミュレーションによる分析が含まれる場合など、コンテンツが詳細化・複雑化した場合には理解が容易でない	市場・経済など外部要因に関する不確実性は、あまり考慮されないことが多い

ロードマップ研究の歴史的背景

- 1970年代に**モトローラ(Motorola)**によって技術ロードマップが導入された
 - 戦略立案、製品開発の支援が目的
- 1991年に初めてセクターレベルへの適用例として、**半導体の技術ロードマップ**が作成された
 - 半導体プロセスのムーアの法則を実現するため業界団体が共同で作成し、技術的な達成目標を設定
- 1997年に、**Philips**が**複数レイヤー**から構成した技術ロードマップのフォーマットを発表



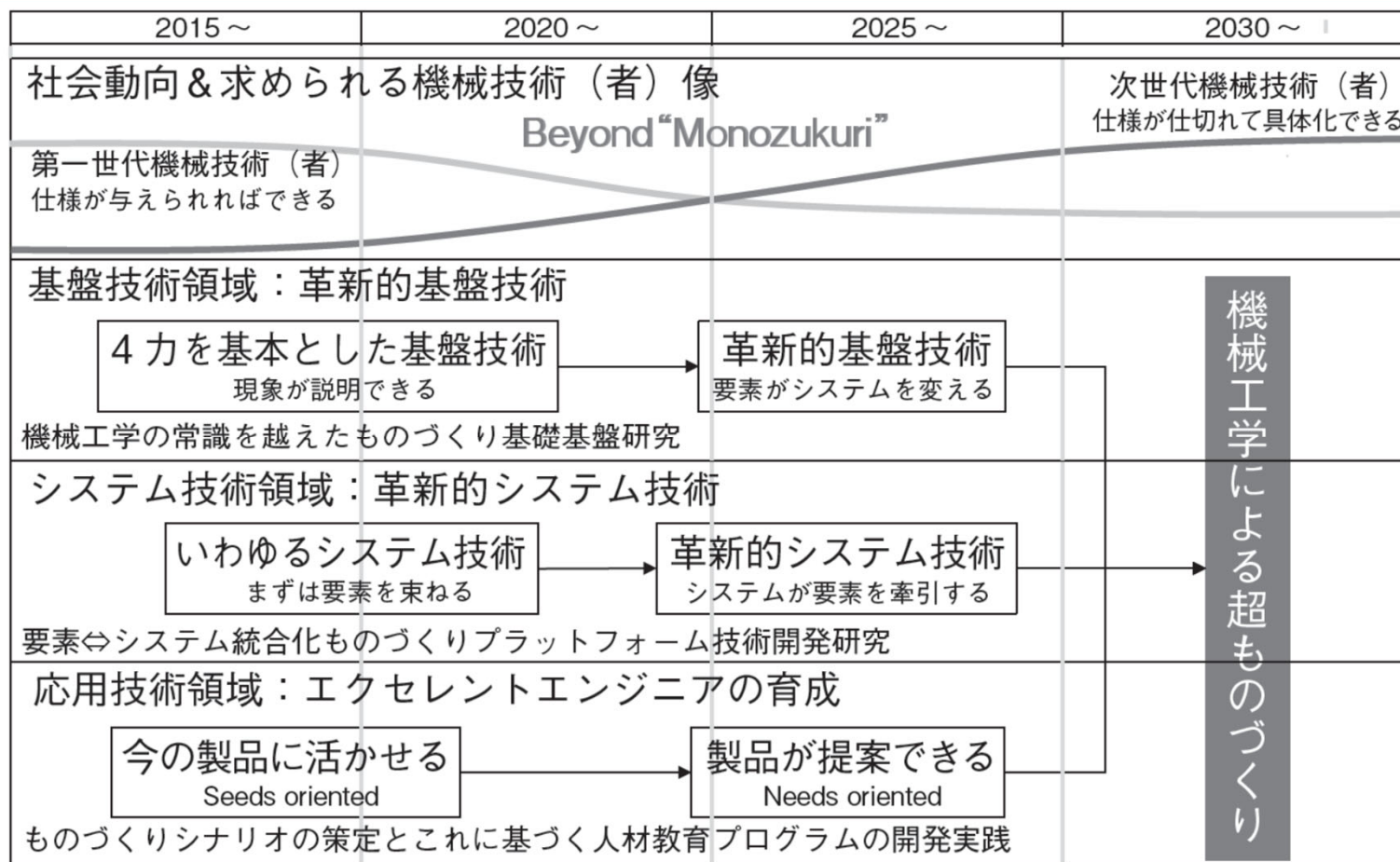
Motorolaによるカーラジオのロードマップ [Willyard & McClees, 1987]



Philipsによる製品・技術ロードマップ [Groenveld, 1997]

日本機械学会技術ロードマップ：機械工学全体のロードマップ

[日本機械学会誌2016年5月号]

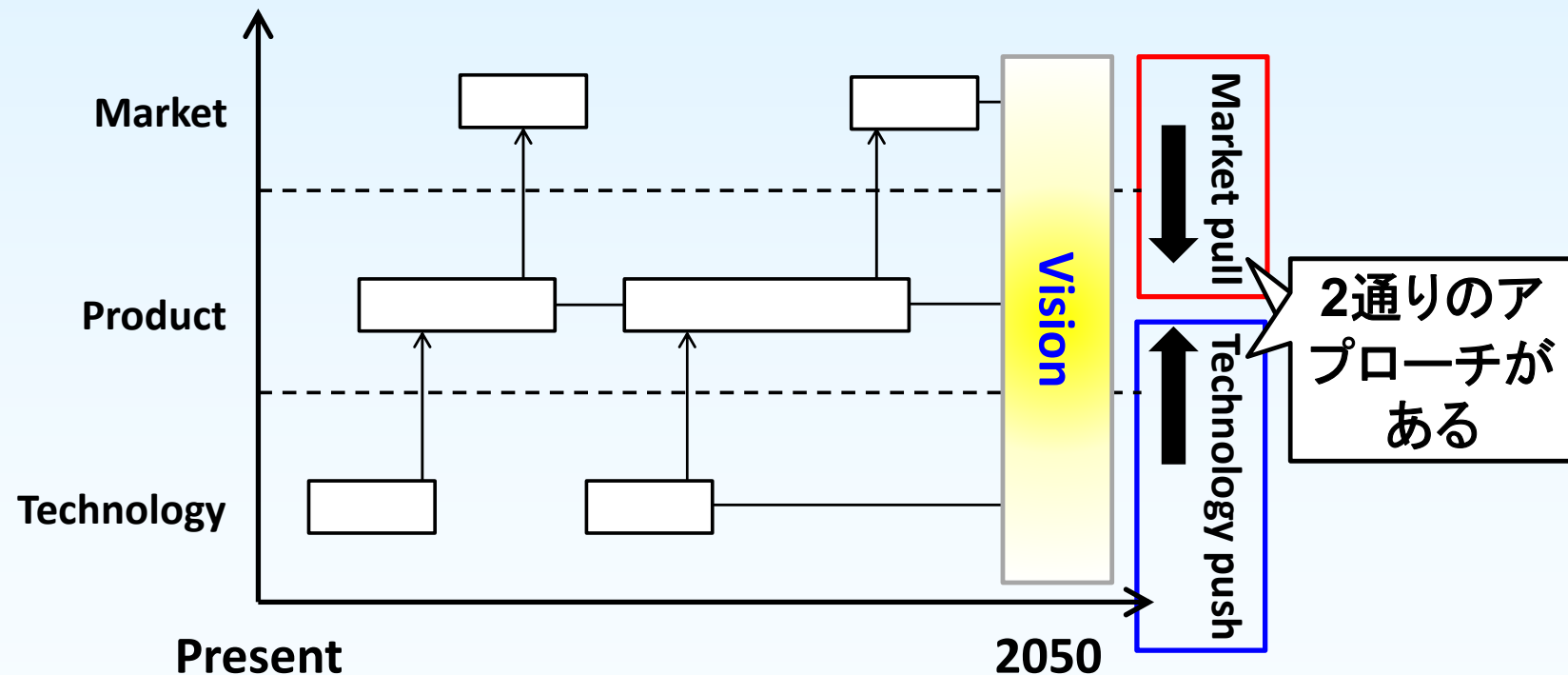


<https://www.jsme.or.jp/technology-road-map/>



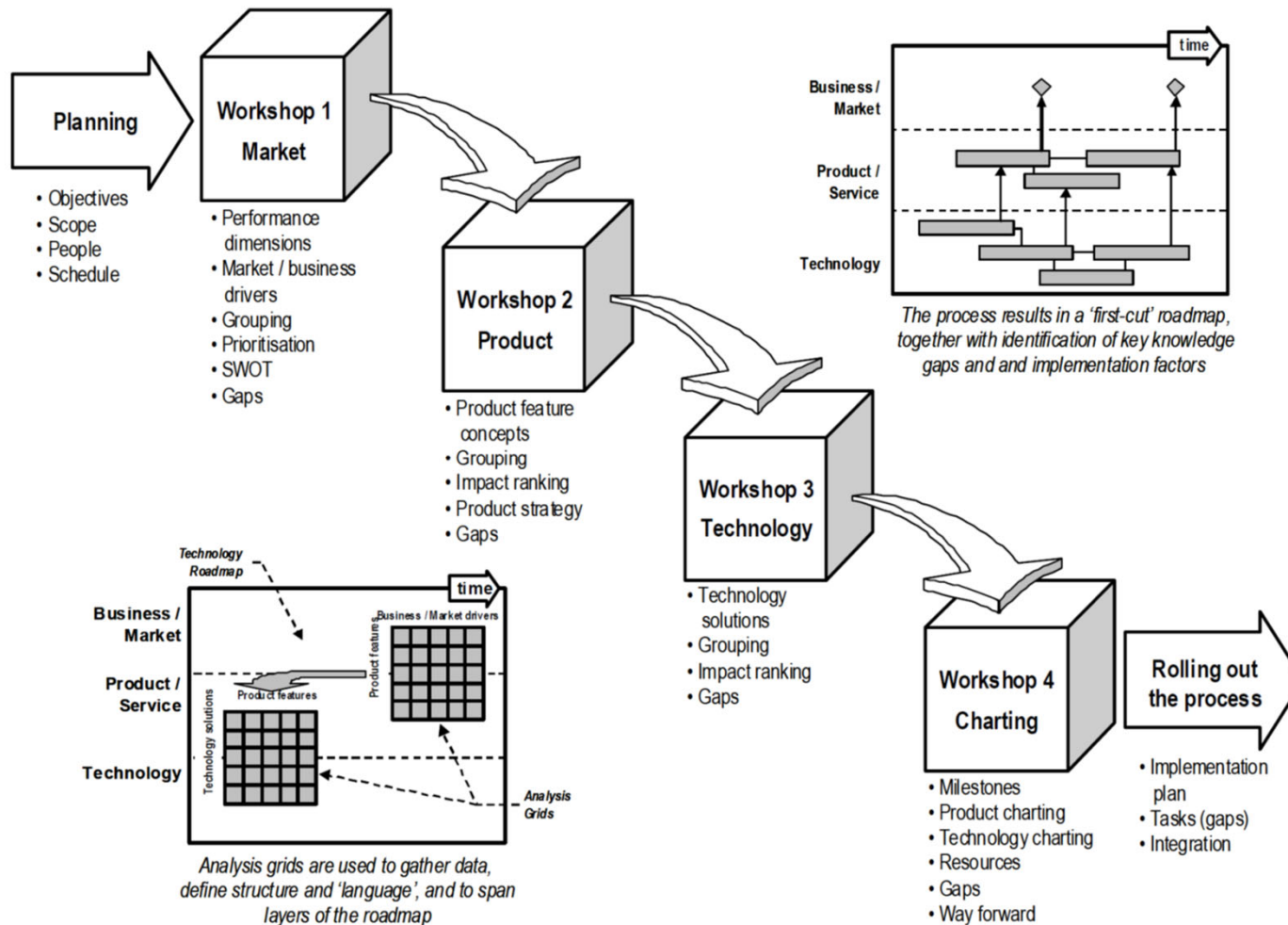
ロードマップ[Phaal (2004)を参考に筆者作成]

- **時間軸に沿って、戦略や技術・行動を視覚的に表す**。市場、製品、技術レイヤーの関係を表現する



[Phaal, R. et al. (2004) Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution, Technological Forecasting and Social Change, 71(1-2), 5-26.]

T-Plan [Phaal et al. 2004]



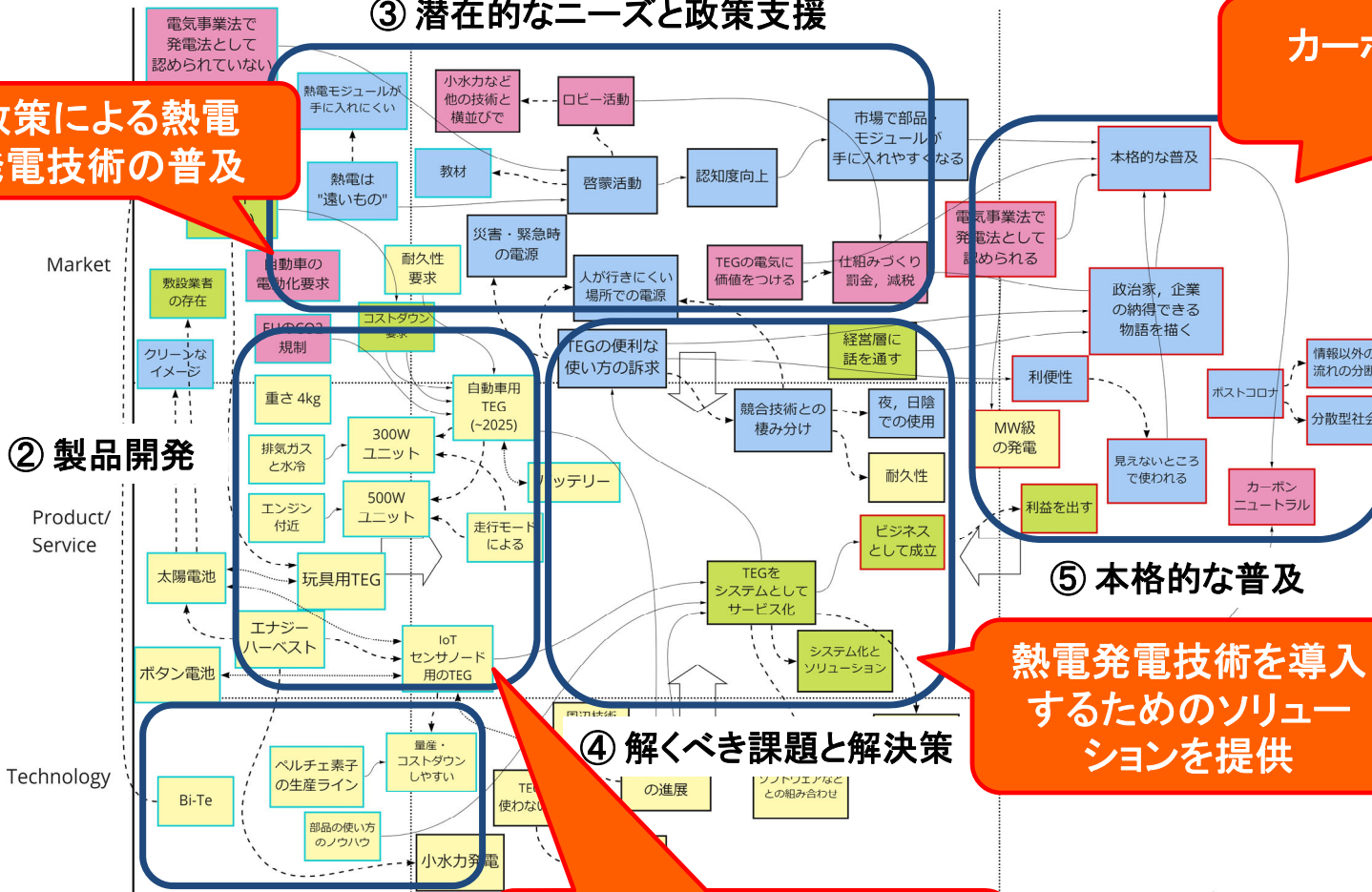
- 製品・技術開発のためのロードマッピング
- 4回のワークショップを実施(各回半日程度)
 - 最初の3回は各レイヤーに対応
 - 最後の1回はレイヤー間を繋ぐ

熱電発電技術の普及ロードマップ作成事例 [Kishita et al. 2022]

③ 潜在的なニーズと政策支援

政策による熱電
発電技術の普及

カーボンニュートラル
への貢献



✓ 技術普及ロードマップの作成では、Technology pushとMarket pullの組合せが必要
✓ ファシリテータからWS参加者への「問い」の立て方が重要

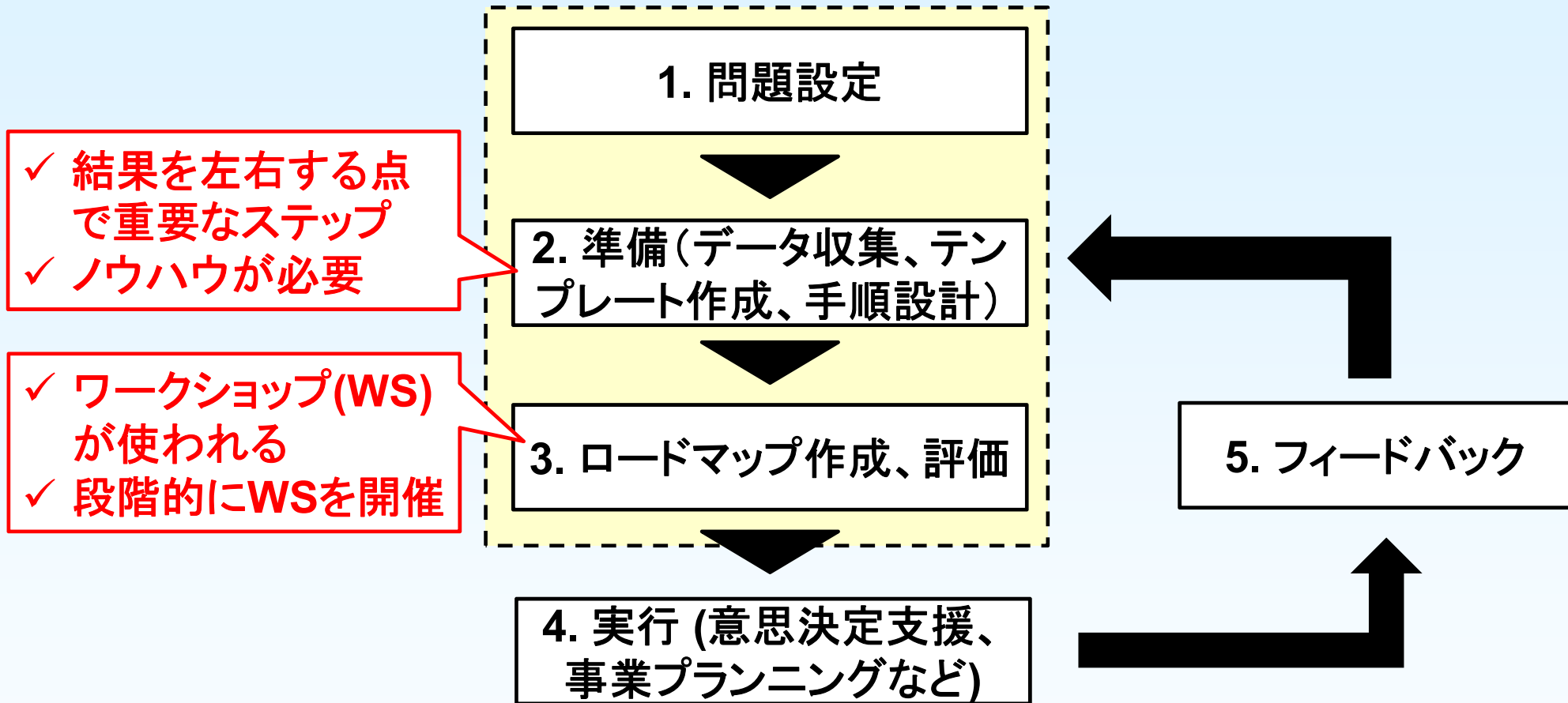
熱電発電技術を導入するためのソリューションを提供

自動車とセンサー向けの熱電発電技術の普及、経済的効率の向上

Kishita et al. (2022) Designing Technology Diffusion Roadmaps of Thermoelectric Generators Toward a Carbon-neutral Society, IEEE Transactions on Engineering Management, doi:10.1109/TEM.2021.3125614.

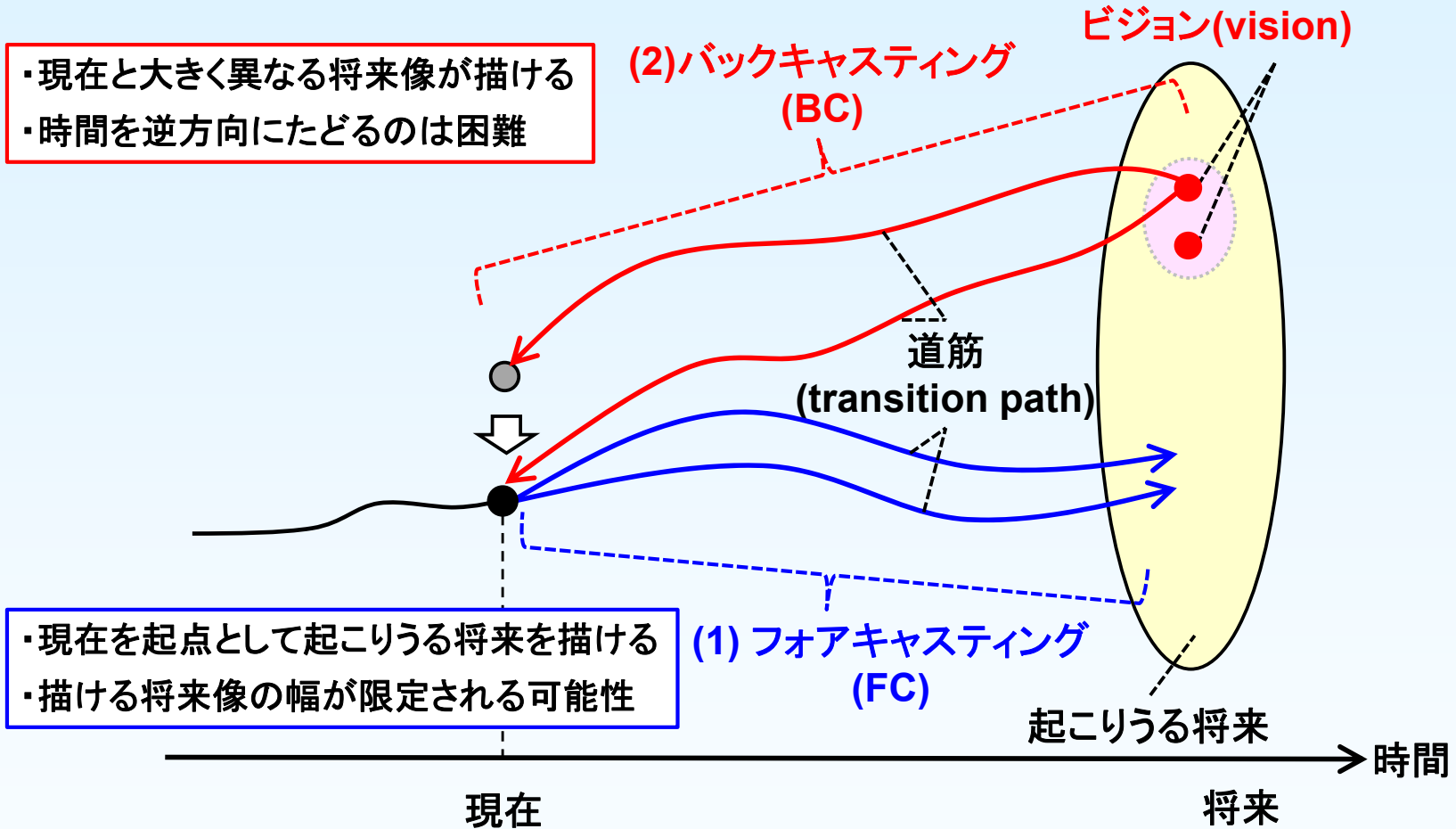
ライン 29
バス 23
ビジョン 13

ロードマップ設計のフレームワーク[Kishita 2021]



[Kishita, Y. (2021) Foresight and Roadmapping Methodology: Trends and Outlook. Foresight and STI Governance, 15(2), 5–11]

フォアキャストとバックキャスト [Kishita et al., 2016]

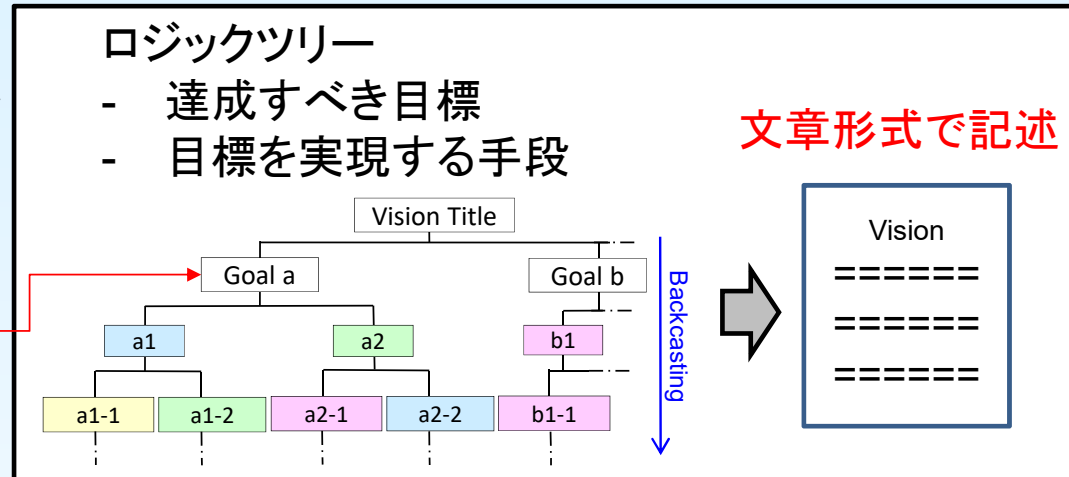


Kishita, Y., Hara, K., Uwasu, M., Umeda, Y., "Research Needs and Challenges Faced in Supporting Scenario Design in Sustainability Science: A Literature Review," Sustainability Science, 11(2), (2016), pp. 331-347.

バックキャストを用いたロードマップ設計手法 [Okada et al., 2022]

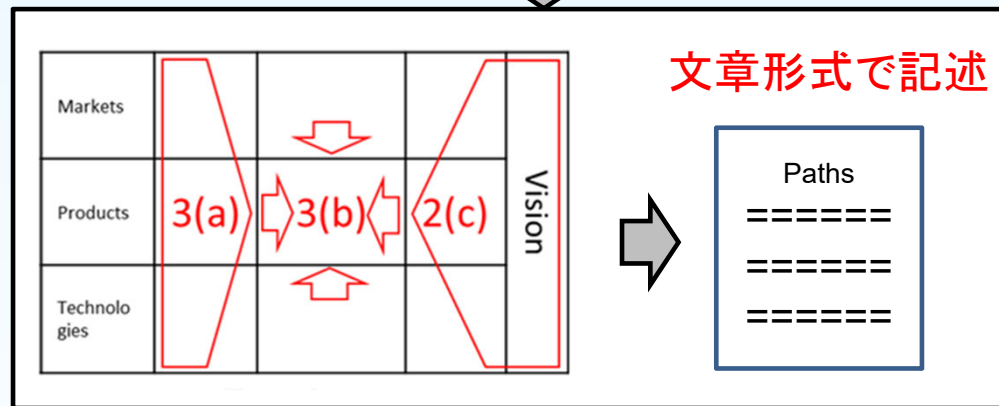
ビジョン作成

- SDGsのゴールを選択
- キードライバー
- キーテクノロジー



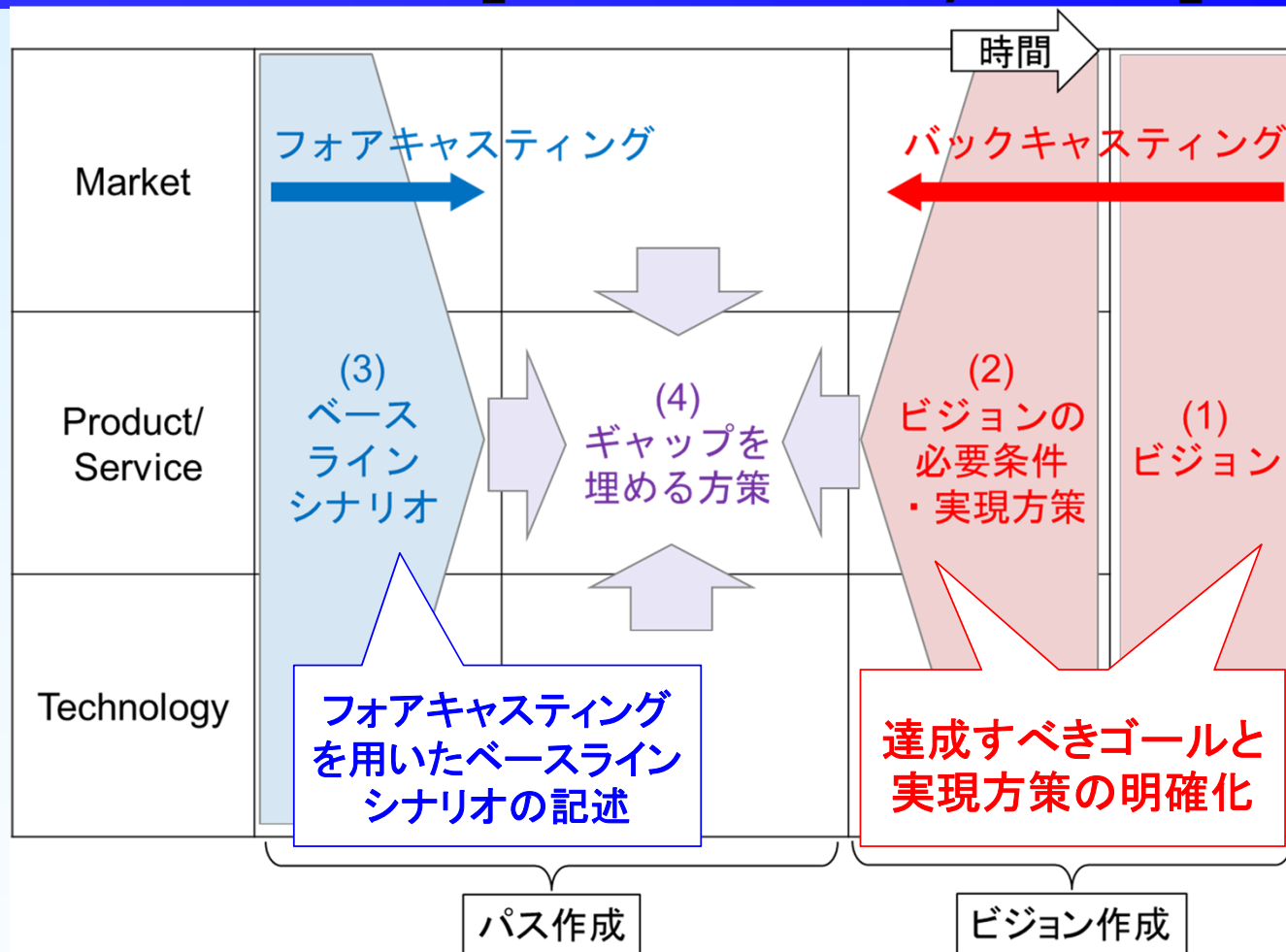
パス作成

- ビジョンと現在をつなぐパスの可視化
- 時間軸との対応



[Okada, Y. et al. (2022) Backcasting-based Method for Designing Roadmaps to Achieve a Sustainable Future, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 69, No. 1, (2022), pp. 168-178]

バックキャストを用いたロードマップ設計手法 “Four-arrow model” [Okada et al., 2022]



[Okada, Y. et al. (2022) Backcasting-based Method for Designing Roadmaps to Achieve a Sustainable Future, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 69, No. 1, (2022), pp. 168-178]

まとめ

- ロードマップ設計は、専門家やステークホルダー間でCE型ビジネスの構想に向けた**アイデアを創出・共有**するのに極めて有効
 - テンプレートを用いて、視覚的に理解しながらWSで議論できるのがメリット
 - ただし、ロードマッピングの結果がそのまま使えるわけではない
- ロードマップ設計の目的に応じて、適切なテンプレートや手順が必要
(例: フォアキャストイング or バックキャストイング)
- ワークショップがメイン部分だが、back-office workとの適切な組合せは不可欠
 - 例えば、シミュレーションモデルの開発
 - 不可避免的に繰り返しが発生するので、作業効率化(アジャイル)のためのさらなるデジタル技術活用は有望