



OPERA

産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム

Program on Open Innovation Platform with Enterprises, Research Institute and Academia (OPERA)



TOHOKU  
UNIVERSITY



# 研究領域

## 世界の知を呼び込むIT・輸送システム 融合型エレクトロニクス技術の創出

IT・輸送システム産学共創コンソーシアム

領域統括：国立大学法人東北大学  
国際集積エレクトロニクス研究開発センター  
センター長 遠藤 哲郎

第1回 JST OPERAシンポジウム  
2022年3月25日

# 目次

## 1. 全体概要

2. 共創コンソーシアムの形成及び産学連携による研究開発推進の仕組みの構築について
  - ・ 共創コンソーシアムの形成
  - ・ 産学連携による研究開発推進・マネジメントの仕組み

# 技術・システム革新シナリオ

## -本提案が目指す新たな価値と社会システムの変革-

### ★社会的問題★

#### エネルギー問題：

IT産業領域での省エネ化技術。

#### 労働力問題：

輸送業・情報通信分野での労働力確保のための知的システム技術開発

技術の高度化により、従来の労働力のシフトとは異なり、

**人間の専権事項であつた判断までシステムに任せる社会への変革**

⇒問題を解決するためには、

**人文・社会科学の専門家の知見が不可欠**

### ★解決手段★

#### 本提案の非競争領域での産学共創プラットフォーム

##### 自然科学的解決手段

**IoT用エッジコンピューティングデバイスの超低消費電力化技術の確立**

**低損失ハイブリッドパワー集積デバイスと、高効率エネルギー変換に求められる低損失パワーエレクトロニクス技術の確立**

**IT・パワーデバイス融合による次世代輸送システムに求められる知的グリーン・パワーエレクトロニクス技術の確立**

##### 人文・社会科学的解決手段

次世代輸送システムにおける**安全性の判断基準**の策定

次世代輸送システムにおける**新しいサービス産業**の提案

### ★本領域がめざす社会システムの変革★

**誰もが便利さ（サービス）を享受できる持続的成長社会システムへ**

エネルギーリミットに縛られない**成熟した情報化社会の実現**

最終エネルギーとしての電気エネルギーの利用効率の飛躍的向上による**低CO<sub>2</sub>排出社会構造への変革**

成熟した情報通信インフラと、知的輸送システムに支えられた**輸送業・情報通信業に必要となる労働力の確保**  
(人的労働力とシステムによる労働リソースの融合による少子高齢化社会に対応)

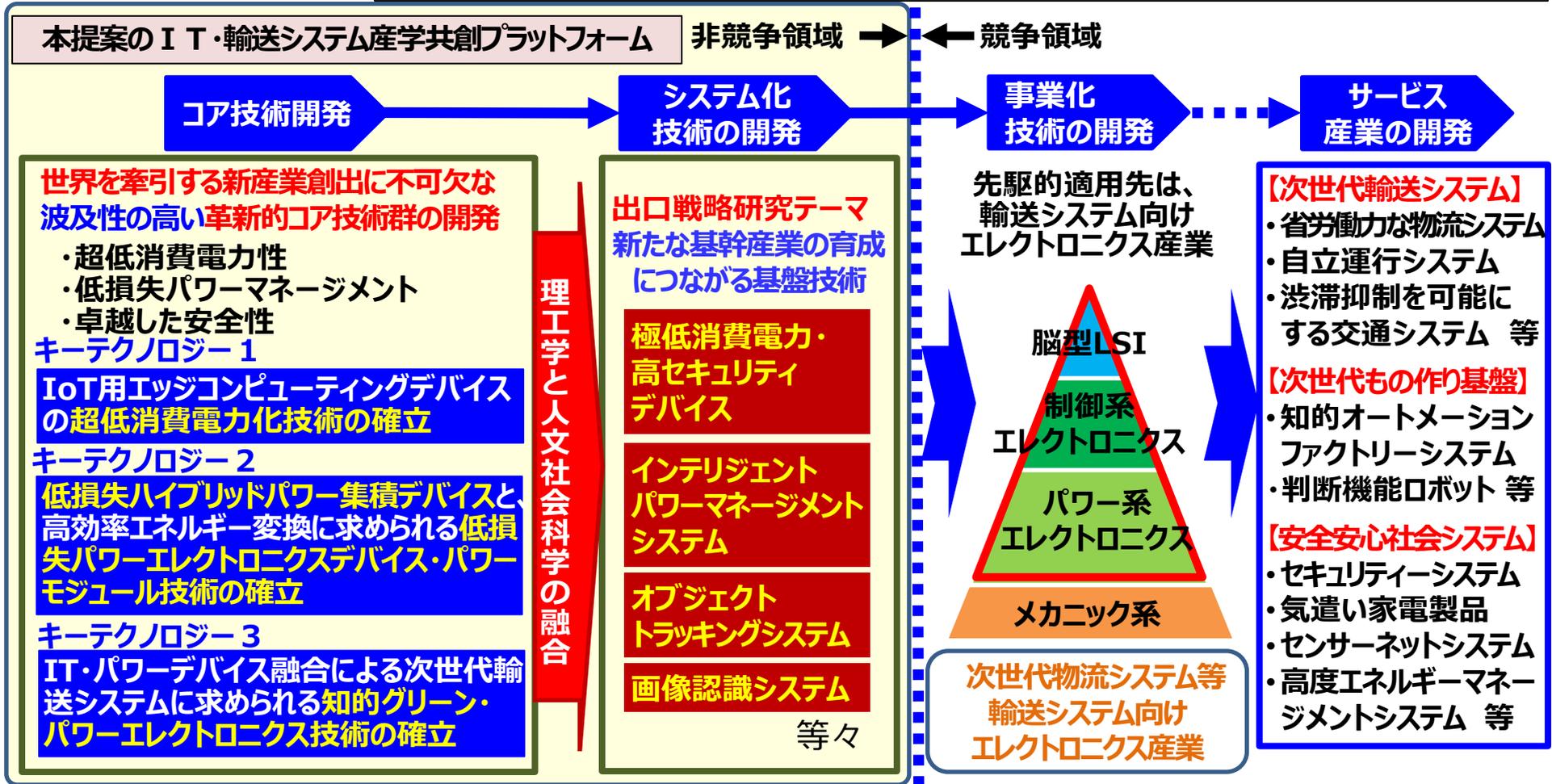
**科学技術と社会科学を両輪として産学が連携して次世代技術と社会システムの創出する大学等での研究開発システムの構築**

# 日本を支える基幹産業の育成に向けた基盤システム技術の確立

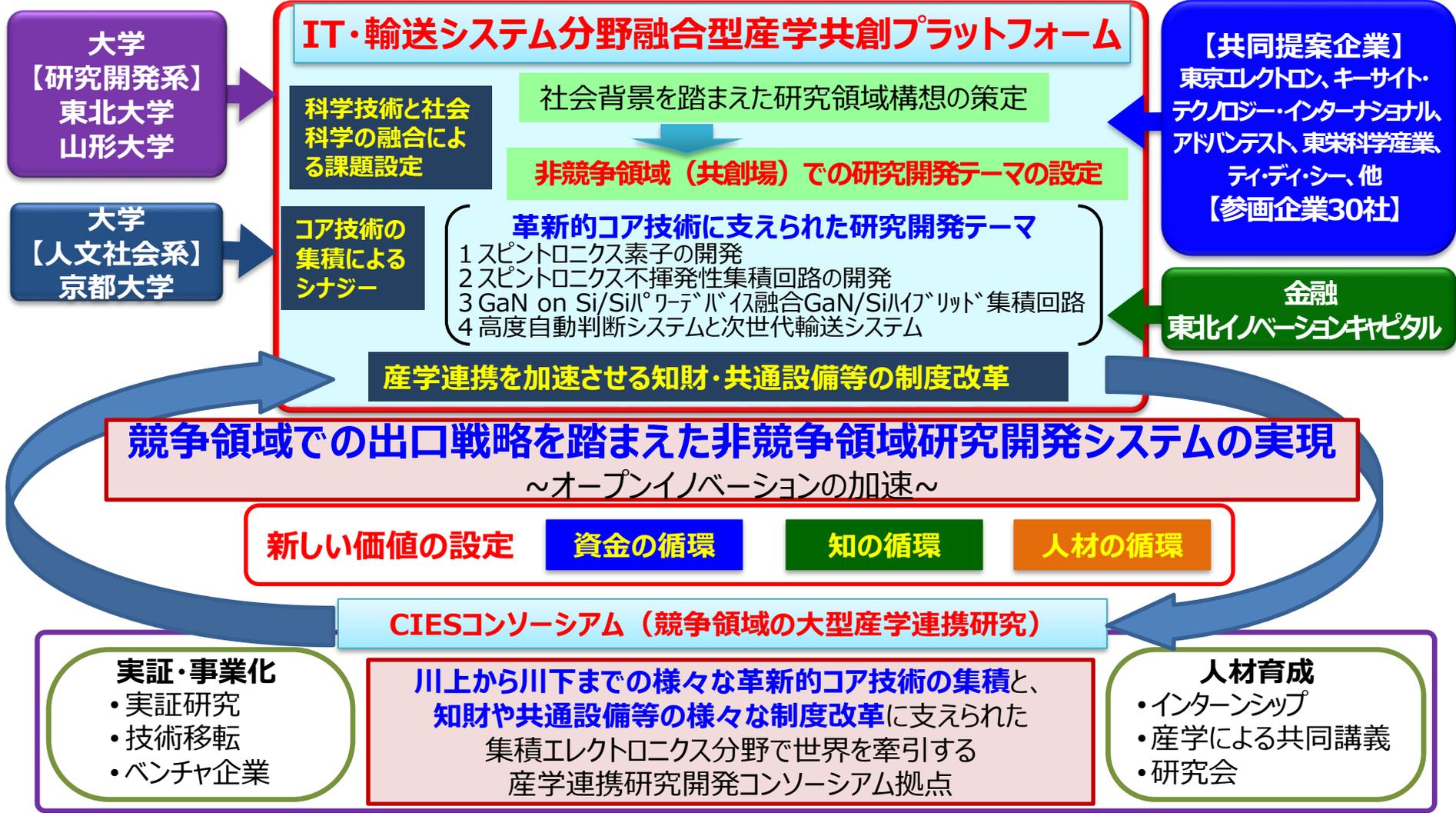
## ITと輸送(自動車)産業を同時に保有する日本が目指すべき道

IT・輸送(自動車)分野  
融合型エレクトロニクス技術

世界で競争力のある自動車産業とIT産業と、両関連企業群を抱えているのは、米国と日本。  
日本は、基盤技術では、自動車産業とIT産業共に高い地位を維持。  
⇒ITと輸送(自動車)の融合革新コア技術の構築により、世界を牽引する新産業創出に貢献



# 本領域で目指した非競争領域コンソーシアム



**OPERAにより創出された制度、ノウハウが大学で活用され、継続的に産学共創を展開**

# 研究領域：IT・輸送システム融合型エレクトロニクス技術

## 研究開発課題

キーテクノロジー 1  
IoT用エッジコンピューティング  
デバイスの超低消費電力化技術の確立

キーテクノロジー 2  
低損失ハイブリッドパワー集積  
デバイスと、高効率エネルギー変換  
に求められる低損失パワーエレ  
クトロニクスデバイス・パワーモ  
ジュール技術の確立

キーテクノロジー 3  
IT・パワーデバイス融合による  
次世代輸送システムに求められる知的グリーン・  
パワーエレクトロニクス技術の  
確立

研究開発テーマ 1  
スピントロニクス素子の高信頼性及  
び集積性・省電力性の向上の実現  
(リーダー：池田 正二)

研究開発テーマ 2  
スピントロニクス不揮発性集積回路  
による飛躍的な低消費電力化及び  
測定技術の実現  
(リーダー：羽生 貴弘)

研究開発テーマ 3  
GaN on SiとSi<sup>100</sup>パワーデバイスを  
融合したGaN/Siハイブリッド  
パワー集積回路の実現  
(リーダー：高橋 良和)

研究開発テーマ 4  
高度自動判断システムとハイブリッド  
パワー集積回路が生み出す次世代  
移動体システムの実現  
(リーダー：張山 昌論)

1-1 MTJ素子の高品質化のための新材料、プロセス技術の確立 (代表者：池田正二)

1-2 新構造スピントロニクス素子による超省電力型新機能デバイスの実現 (代表者：深見俊輔)

2-1 超低消費電力化のための回路技術の確立 (代表者：羽生貴弘)

2-2 スピントロニクス集積回路製造のための高効率、高精度加工プロセスの実現 (代表者：永沼博)

2-3 スピントロニクス素子の高効率、高精度特性評価手法の確立 (代表者：遠藤恭)

2-4 スピントロニクス集積回路の高効率、高精度特性評価手法の確立 (代表者：小池洋紀)

3-1 Si(100)基板上における高品質GaN結晶の成長技術の確立 (代表者：末光哲也)

3-2 GaN/Siハイブリッドパワー集積回路を用いた次世代電装コンポーネント技術の確立 (代表者：高橋良和)

4-1 高度自動不揮発性アナログ素子を用いた高度自動判断システムの確立 (代表者：馬奕涛)

4-2 次世代移動体用デジタルニューラルネット回路・アーキテクチャ技術の確立 (代表者：夏井雅典)

# 輸送システム分野を出口とする意義、及び他分野への出口戦略

我が国の産業の柱であり、成長戦略を支える自動車産業

産業規模

コア技術

スピントロニクス技術  
GaN on Si技術  
集積化技術、回路技術

企業投資が先行しているカーエレクトロニクス分野



地域性

東北地域には、IT産業とカーエレクトロニクス産業の中核・下請け企業が集積

新たな革新的基盤技術の創出

画像認識システム、オブジェクトトラッキングシステムなどの高度化・低消費電力化技術

## 輸送システム含めた種々の応用展開



### 【次世代輸送システム】

- ・省労働力な物流システム
- ・自立運行システム
- ・渋滞抑制を可能にする交通システム 等



### 【次世代もの作り基盤】

- ・知的オートメーションファクトリーシステム
- ・判断機能ロボット 等



### 【安全安心社会システム】

- ・セキュリティーシステム
- ・気遣い家電製品
- ・センサーネットシステム
- ・高度エネルギーマネジメントシステム 等

省エネ  
低損失  
知的判断

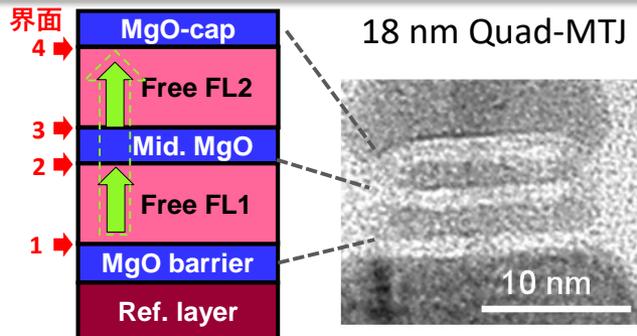
技術融合による  
新サービス

日本再興戦略が掲げる名目GDP  
600兆円達成への貢献

# 研究開発成果事例：

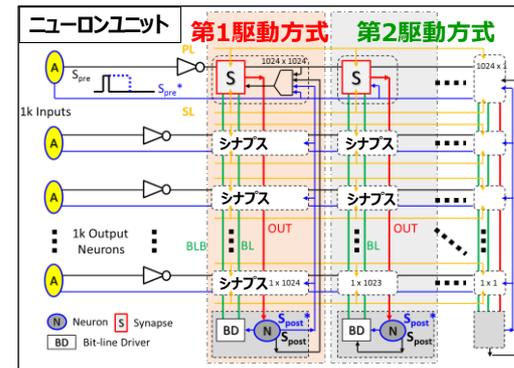
先端スピントロニクス素子から、AIプロセッサ、更にはパワーエレクトロニクスまでを包含

## 4重界面積層技術を適用したMTJ



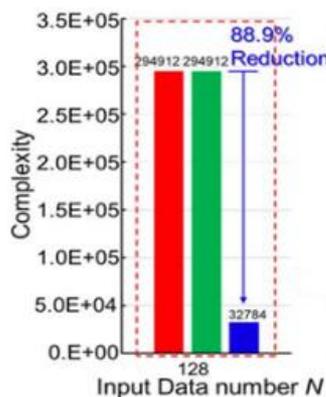
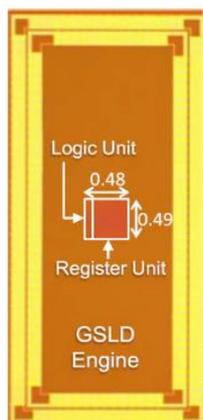
- ①10年間のデータ保持特性② $10^{11}$ 回以上の書き込み耐性③10ナノ秒 (ns) の高速書き込み動作④約2割の低消費電力化を実証 (H. Naganuma et al., VLSI 2021)

## 不揮発アナログ素子を用いたニューロンユニット開発



1Mシナプス/1Kニューロンの不揮発ニューロンユニット回路を開発 (T. Endoh et al., SSDM, 2018.)

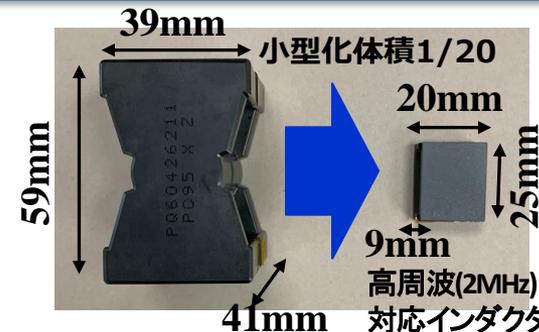
## 高度自動教師無学習プロセッサの開発



従来比、高度自動学習精度判断プロセッサの計算複雑度 88.9%削減

(S. Hui et al., SSDM, 2020)

## 2MHz動作対応小型インダクタ開発



小型化従来比 1/20達成及び熱抵抗低減率の従来比300%達成による GaN/Siデバイスと各種部品の集積化可能

(Y. Takahashi et al., 5th CIES Technology Forum, 2019)

# ロードマップ

## 国民生活の向上 自動化・快適化・生産性向上

情報処理



HPC、量子コンピューター  
データセンター、パッド、スマホ

自動車・交通



ドローン、鉄道、電動  
バイク、電動飛行機等

ヘルスケア



ヘルスケア、医療、  
介護、見守り、スポーツ

シティ



防犯・警備、災害、エネルギー  
交通、環境センシング

インダストリ



FA、品質管理、故障予知、  
流通・サプライチェーン管理、

ホーム



防犯、見守り、ヘルスケ  
ア、介護福祉ロボット

エネルギー



メガソーラー、風力発電、  
リニア、グリッド等

## 産業競争力強化

### IoT Solution (競争領域)

### 非競争領域

### グリーン・デジタルコンピューティン

エッジコンピューティング  
省エネコンピューティング

疑似量子アニーリングデバイス

ニューロモフィックデバイス

エナジーハーベスティングデバイス

低消費電力AIチップ

スピントロニクス R&D  
(OPERA)

知的グリーンパワーエレクトロニクス

スピントロニクス プロセス及び  
材料・素子 計測技術

非競争⇔競争  
ブリッジ機能

オープンコンソ  
立ち上げ

試作サービ  
ライセンシング

CMOS融合

IP/PDK整備

各種AI  
チップ

スピントロニクスデバイス用  
計測装置・製造装置

共同研究

競争的資金獲得

半導体戦略

カーボンニュートラル

非競争⇔競争  
ブリッジ機能

各種AI  
チップ

各種パワ  
モジュール

パワーデバイス  
& 受動素子  
実用化チームとの  
連携

オープンコンソ  
立ち上げ

国プロ (パワ  
デバイス&受動素  
子)との連携

### 非競争領域

### グリーン・パワーエレクトロニクス

集積化パワーエレクトロニクス

集積化・AI化

スマート 集積化  
パワーモジュール パワーユニット

次世代  
インバータ制御 高度実装技術

小型・高周波DC-DCコンバータ  
高周波対応パワーモジュール

パワエレ R&D  
(OPERA)

GaN結晶成長技術

パワーモジュール 技術 GaN/Siハイブリッドパ  
ワー集積回路デバイス

# 目次

1. 全体概要
2. **共創コンソーシアムの形成及び産学連携による研究開発推進の仕組みの構築について**
  - **共創コンソーシアムの形成**
  - 産学連携による研究開発推進・マネジメントの仕組み

# 産学共創コンソーシアムの体制

## IT・輸送システム融合共創コンソーシアム領域統括：遠藤 哲郎（東北大学）

【幹事機関】

【大学等】

【共同申請民間企業】

【運営機関等】

【東北大学】

**本学執行部、各統括部門が参画**

(プロジェクト担当組織)

産学連携機構 植田 拓郎

研究推進・支援機構 小谷 元子

リサーチ・アドミニストレーション(URA)センター

研究開発テーマ1リーダー

国際集積エレクトロニクス  
研究開発センター 池田 正二  
(研究課題1-1,2)

研究開発テーマ2リーダー

電気通信研究所 羽生 貴弘  
(研究課題2-1,2,3,4)

研究開発テーマ3リーダー

国際集積エレクトロニクス  
研究開発センター 高橋 良和  
(研究課題3-1,2)

研究開発テーマ4リーダー

情報科学研究科 張山 昌論  
(研究課題4-1,2)

山形大学

大学院理工学研究科  
研究開発担当

京都大学

総合生存学専攻  
人文・社会科学専門

**専門家(人文・社会科学を  
含む)機関の参画**

**<OPERA支援室>**

統括部門長：  
山敷庸亮教授

研究戦略部門

知財戦略部門

人材育成部門

アウトリーチ部門

マーケティング部門

東京エレクトロン株式会社

キーサイト・テクノロジー・イン  
ターナショナル合同会社

株式会社アドバンテスト

株式会社ティ・ディ・シー

株式会社東栄科学産業

東北イノベーションキャピタル  
株式会社

グローバル  
企業  
の参画

地域企業  
の参画

金融機関  
の参画

IT・輸送システム  
融合産学共創  
コンソーシアム協議会  
・研究進捗管理  
・機関代表者の  
参加

IT・輸送システム  
産学共創会議  
参画機関の情報  
共有・意見交換  
共創場の提供

**事業化、起業への助言**

2017.7.1新たに設置した**機関横断型組織**  
※本部産学連携機構内に設置

**成果：産学連携機構とURAセンター@研究推  
進・支援機構のリソースをOPERAに注入。  
OPERA支援室は、連携ハブとして重要な機能を  
担う。**



# 広報活動による参画した新規企業の実績

提案時(2016.6)

3大学、6社

東北大学、京都大学、山形大学、  
東京エレクトロン、キーサイトテクノロジ、アドバンテスト、  
東栄科学産業、ティ・ディー・シー、東北イノベーションカピタル

サイトビジット時点(2017.7)

3大学、18社

12社が新規参画

領域面談時点(2018.3)

3大学、21社

3社が新規参画

R2年度末(2021.3)

3大学、30社

9社が新規参画

参画企業数：6社⇒30社

日刊工業新聞、日経エレクトロニクス、専門誌等のメディア、CIES Technology Forumを通じてCIES、OPERAプロジェクトの広報、プロモーション活動を展開

Interview

特別広報企画

東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター(CIES) 遠藤哲郎 氏  
センター長 教授

世界の半導体産業のトップ企業は今、  
なぜ東北に集結しているのか

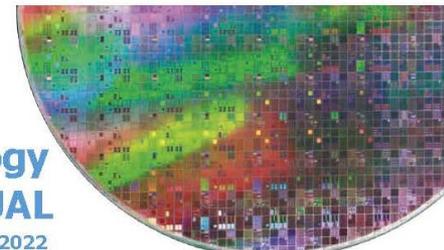
電子産業、ひいては半導体産業が一層成長していくためには、時代を先取りした新たな革新的基軸技術を継続的に創出していくことが欠かせない。東北大学を母体とした国際的な産学連携拠点、国際集積エレクトロニクス研究開発センター(CIES)は、半導体産業のトップ企業を世界中から集め、革新的基軸技術の確立と実用化に挑んでいる。CIESを率いるのは、3次元NANDフラッシュメモリー研究の先駆者として知られる遠藤哲郎氏。半導体産業における世界の技術開発体制の動きを熟知する同氏に、本技術領域の将来展望と、その中でのCIES独自の取り組みについて聞いた。



日経エレクトロニクス 2017年3月号



6th & 7th  
CIES Technology  
Forum VIRTUAL  
March 22 (Tue) - 23 (Wed), 2022



成果報告会

March 23 (Wed) DAY2



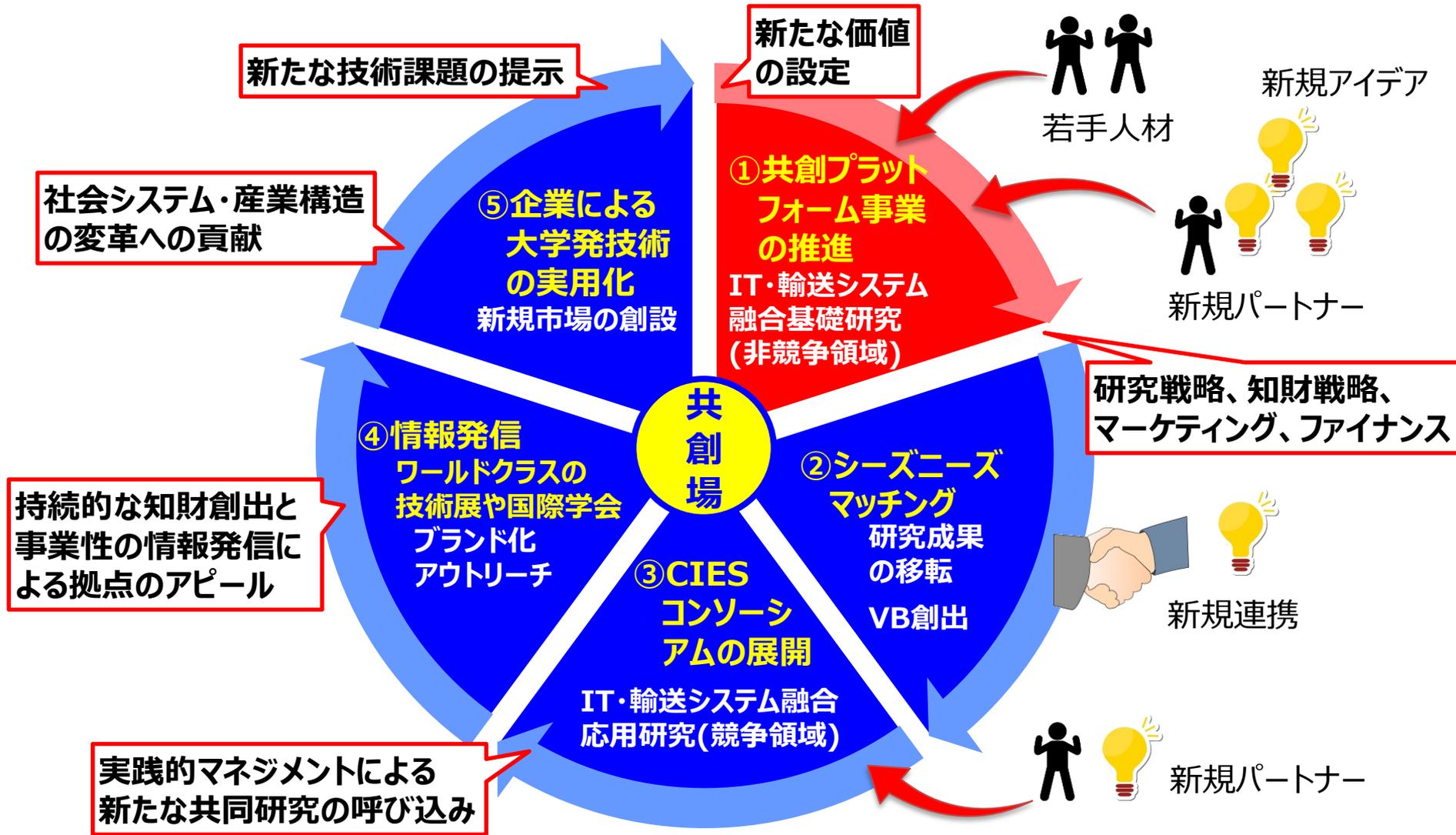
2020年12月9日(水) 萩生田光一文部科学大臣が本センターをご視察。OPERAの説明を受け、OPERA-RA学生と対談し、OPERAの体験や成果、キャリアパスなどについて意見交換を行った。



- Nature 2017年11月2日号「insideview」で紹介
- 日刊工業新聞 2016年11月29日 「世界に通用する産業 創る」  
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/408377> (ほか)

「世界の知を呼び込むIT・輸送システム融合型エレクトロニクス技術の創出」  
第1回 JST OPERAシンポジウム (2022年3月25日)

# 継続的な発展のための取り組み



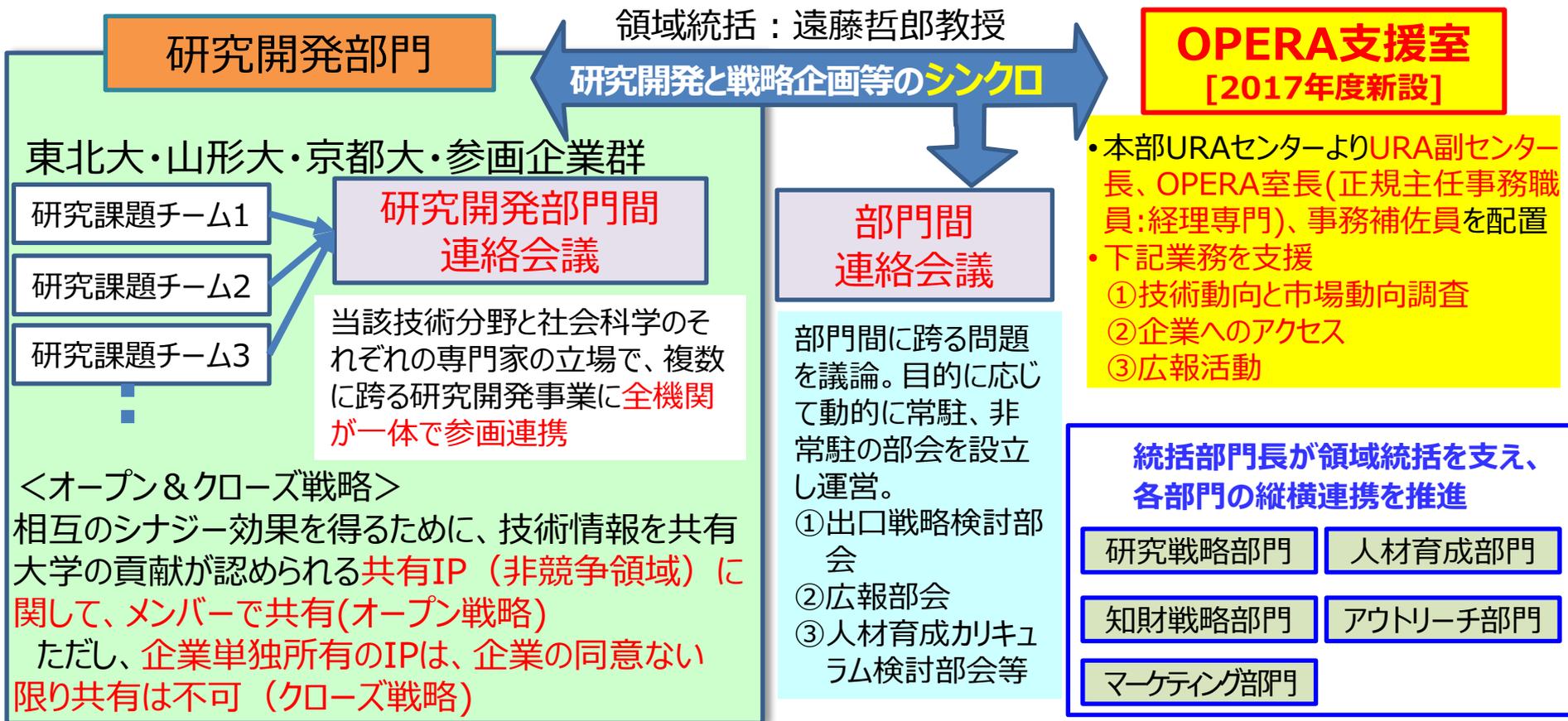
# 目次

## 1. 全体概要

## 2. 共創コンソーシアムの形成及び産学連携による研究開発推進の仕組みの構築について

- 共創コンソーシアムの形成
- 産学連携による研究開発推進・マネジメントの仕組み

# 機関連携・協力体制の方針



**各機関の研究者群と社会学者群を繋げる情報交換・意見交換の場を二重化**(【各部門の内部】と【部門間をつなげる部門間連絡会議】) することで、あらゆる階層の人的リソースの有機的連携を可能にする**フレキシブルな共創場の構築** → **京大、山大に情報展開、業務展開**

参画機関が一同に会する コンソ協議会 (1回/年)、調査報告会 (2回/年)、成果・計画全体検討会議 (2回/年) を開催

# 非競争領域産学共同研究での知財の蓄積・運用制度の改革

## ◆ 共創場から生まれる多種多様な知財群の蓄積・運用制度※の新設

※*Tohoku university's System for Pool and Share of Patent: T-SP<sup>2</sup>*

- 産学共創プラットフォーム内の個別産学共同研究から創出される知財を、プラットフォーム内で**一元的に蓄積・運用する知財Pool制度**を新設
- 共同研究費に対する企業負担に応じて、上記一元運用される**特許の利用権利（無償もしくは安価実施）をクラス化する知財Share制度**を新設

1対1型産学共同研究をベースとした個別知財協議制度からの脱却

## ◆ 知財戦略（蓄積・運用）を安定的に支える予算確保制度の新設

- 企業と協議の上で、共同研究費に対する**間接経費に目的型間接経費を設定**10%の間接経費で、知財の出願・維持費を確保する制度を新設

## ◆ Chief Patent Officer (CPO)制度の導入と、知財戦略の立案と実施体制の構築

- 産学共創プラットフォームの知財戦略を統括できる専任の人材（CPO）を確保
- CPOを中心に、プラットフォーム内の知財戦略（特許出願、権利化、維持に対する選択と集中）を立案
- 知財戦略に基づいて、国内特許のみならず外国出願を促進し、有効且つ戦略的な知財網を構築
- 大学の研究者等に実践的知財取得のノウハウを教育し、知財に強い人材の育成。

### 知財の蓄積と戦略的運用を実現する正のフィードバック機構の構築

#### <企業の享受するメリット>

- 共同研究費に応じた
- ・知財の無償・安価利用の権利確保
- ・パテントリスク（実施許諾の拒否）の回避 等

知財の蓄積と戦略的運用

共同研究費の増加

特許蓄積運用費の増加

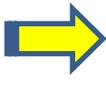
#### <大学の享受するメリット>

- ・知財の出願や運用に対する支援（知財マップに基づく出願戦略）の充実
- ・実践的知財取得能力の習得 等

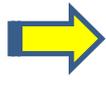
# 知的財産の取り扱いポリシーの統一化

＜本提案の産学連携＞

産学共創プラットフォーム  
非競争領域



CIESコンソーシアム  
競争領域



企業での開発開始  
新規市場の創設

＜魅力＞

企業は、社内開発までの産学共同研究体制が見えているので、非競争領域への投資が判断できる。

産学共創プラットフォーム(非競争領域)とCIESコンソーシアム(競争領域)の知財ポリシーを統一化することで、非競争領域での成果を競争領域研究へとシームレスに展開していける。

東北大学知財ポリシー  
(CIESコンソーシアムでの  
知財ポリシー)



産学共創プラットフォーム内の知財ポリシー

- ①各知財の集積効果を享受するために、CPOの下知財戦略部門にて、知財は一元蓄積運用する。
- ②参加企業と知財ライセンスの関係を一致させるために、知財は研究開発課題毎に一元化する。
- ③研究開発課題間を跨いだ知財の活用を行う場合は研究開発部門間連絡会議にて産学が協議して決定する。

東北大学のCIES知財ポリシーをベースに産学共創プラットフォーム事業を推進してゆく中で、東北大学、山形大学と京都大学が協力して東北大学のCIES知財ポリシーを発展させ、産学共創プラットフォーム(非競争領域)版知財ポリシーを構築する。

# OPERAのシステム改革を全学に展開

## ▶ 共同研究経費の取り扱い

「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」に準拠した取組

### ・標準の間接経費率を段階的にUP

東北大学：改定前10% → 20%（令和元年4月） → 30%（令和3年4月）

京都大学：改訂前10% → 30%（令和3年4月）

山形大学：規程記載無し → 30%（平成30年10月）

### ・教員人件費相当額について直接コストとして知の価値（知的貢献費）を新設@東北大学

令和3年4月から、直接的なコストとして、本学研究担当者が提供する高度な知見、当該研究の背景となる基礎的研究等の対価（知的貢献費）を計上可能とした。

## ▶ 新たなオープンイノベーションの推進

### ・東北大学オープンイノベーション戦略機構の設立（平成30年12月）

大学をプラットフォームとして複数企業が参画するイノベーションエコシステム形成型連携モデル（B-U-B連携モデル）に基づくオープンイノベーションを戦略的に展開。

間接経費の一部を機構のマネジメント運営費として活用。

# OPERA版リサーチ・アシスタント(RA)による高度教育システム

- 東北大学、山形大学、京都大学共に、リサーチ・アシスタント制度を定め、豊富な学生支援の実績を有する。
- 東北大学の全電気系部局、山形大学と京都大学が連携して、200名を超える博士後期課程の学生を対象にした本産学共創プラットフォーム版RA制度にて、RAの拡充を図る。

民間企業

雇用費

東北大学 (博士課程後期学生数: 247名@2016年度現在)

工学研究科  
電気工補機システム専攻

工学研究科電子専攻

工学研究科通信専攻

情報科学研究科

電気通信研究所

国際集積エレクトロニクス  
研究開発センター

山形大学

大学院理工学研究科

雇用費

京都大学

総合生存学専攻

- ・博士後期課程18名の学生が研究に参画
- ・学生毎に評価を実施し、雇用費に反映するRA制度を制定  
(3万円/月~34万円/月)
- ・ポスドク1名が参画

・日刊工業新聞 2017年4月13日  
「東北大、産学共同研究の  
博士学生を成果に応じ評価  
-企業資金で支援」  
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/424322>

■ 学生・若手研究者の育成でのRA制度の効果  
産学共同研究の現場に、RAとして、コミットメントを有して参画

- 企業の開発現場での学問の使い方を習得
- 異分野融合の現場に参画することによる技術的視野の拡大と専門性の深化
- 国内外への武者修行による異文化を跨ぐ全体俯瞰 (理工学~社会科学) ができる人材育成

「世界の知を呼び込むIT・輸送システム融合型エレクトロニクス技術の創出」  
第1回 JST OPERAシンポジウム (2022年3月25日)

# OPERA版リサーチ・アシスタント（RA） 評価基準

論文や口頭発表、産学連携の共同研究の成果を評価

RA成果

月次レポート

論文、学会発表、  
特許出願状況

RA研究成果報告会

研究開発代表者と企業からの評価

評価判定会議

評価時期：四半期ごと  
(4月、7月、10月、1月)

評価者：領域統括、OPERA人材育成  
リーダー、OPERA RA参加課題代表者、  
領域統括が指名した者

評価に応じた  
新給与単価基準  
に反映

給与単価基準を3段階に設定  
(2018年1月より)

次四半期の給与単価に反映

社会システム・産業構造の変革を先導する  
人材の育成に資する実績・活動を評価

論文・学会発表

RA共同研究成果

特許出願

産学連携活動

例 K. Watanabe et al.,  
Nature Commun. (2018)

研究成果論文のファーストオーサーがOPERA-RA

例：OPERA参画学生をSEMICON Japanへ派遣  
セミジャパン、日本半導体製造装置協会(SEAJ)と連携して、世界最大の半導体技術展「SEMICON Japan (2017年12月、東京)」にOPERAプロジェクト参画学生を派遣。最先端の半導体技術や動向、実際の製品に触れ、今後の研究活動の刺激に。



2020年12月9日(水)萩生田光  
一文部科学大臣が本センターをご  
視察。OPERA-RA学生と対談！

# IT・輸送システム融合分野での高度人材育成プログラム

高度人材育成部門  
での一貫したプログラム

基礎講座

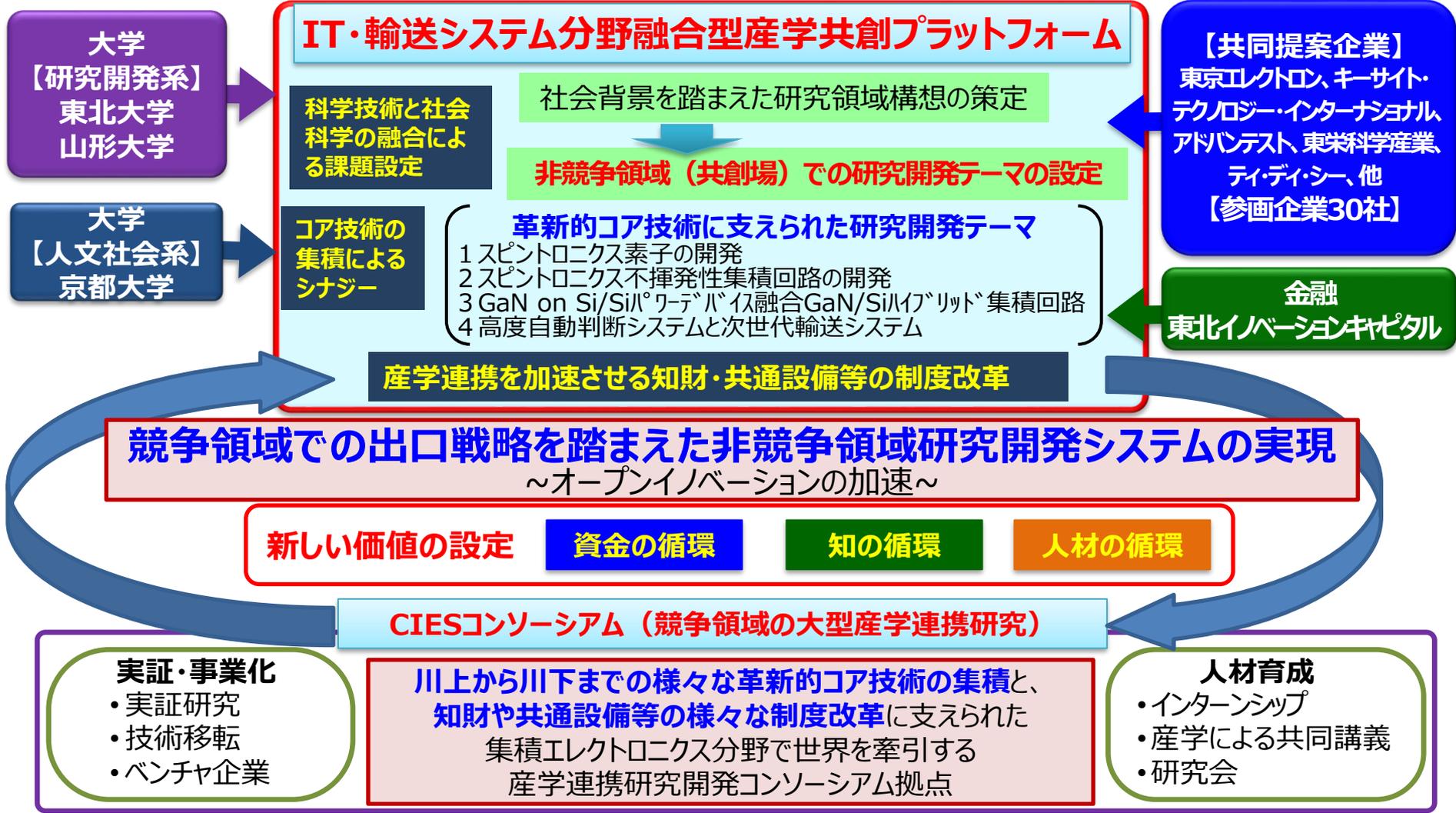
実践講座

現場経験



「世界の知を呼び込むIT・輸送システム融合型エレクトロニクス技術の創出」  
第1回 JST OPERAシンポジウム (2022年3月25日)

# 本領域で目指した非競争領域コンソーシアム（再掲）



**OPERAにより創出された制度、ノウハウが大学で活用され、継続的に産学共創を展開**

「世界の知を呼び込むIT・輸送システム融合型エレクトロニクス技術の創出」  
第1回 JST OPERAシンポジウム（2022年3月25日）

本事業で構築した**産学共創プラットフォーム**を活用し、  
産と学の力 & 理工学と社会科学の力を結集し、  
**革新的コア技術群**を創出して参ります。

そして、産業界による本格的な研究開発につなげ、  
我が国の産業競争力強化とイノベーション創出に  
貢献して参ります。

これまでのご支援、ありがとうございました。  
今後とも、よろしく願いいたします。