



Tokyo Tech

次世代X-nics半導体創生拠点形成事業

# 集積Green-niX研究・人材育成拠点

# Integrated Green-niX Collegeオリエンテーション

2024年4月5日金曜日15:30-16:30, 東工大 大岡山キャンパス 石川台1号館754室

東工大 集積Green-niX研究・人材育成拠点 拠点長 若林整

拠点長補佐 筒井 一生

# 現代社会を支える基盤技術：半導体集積回路

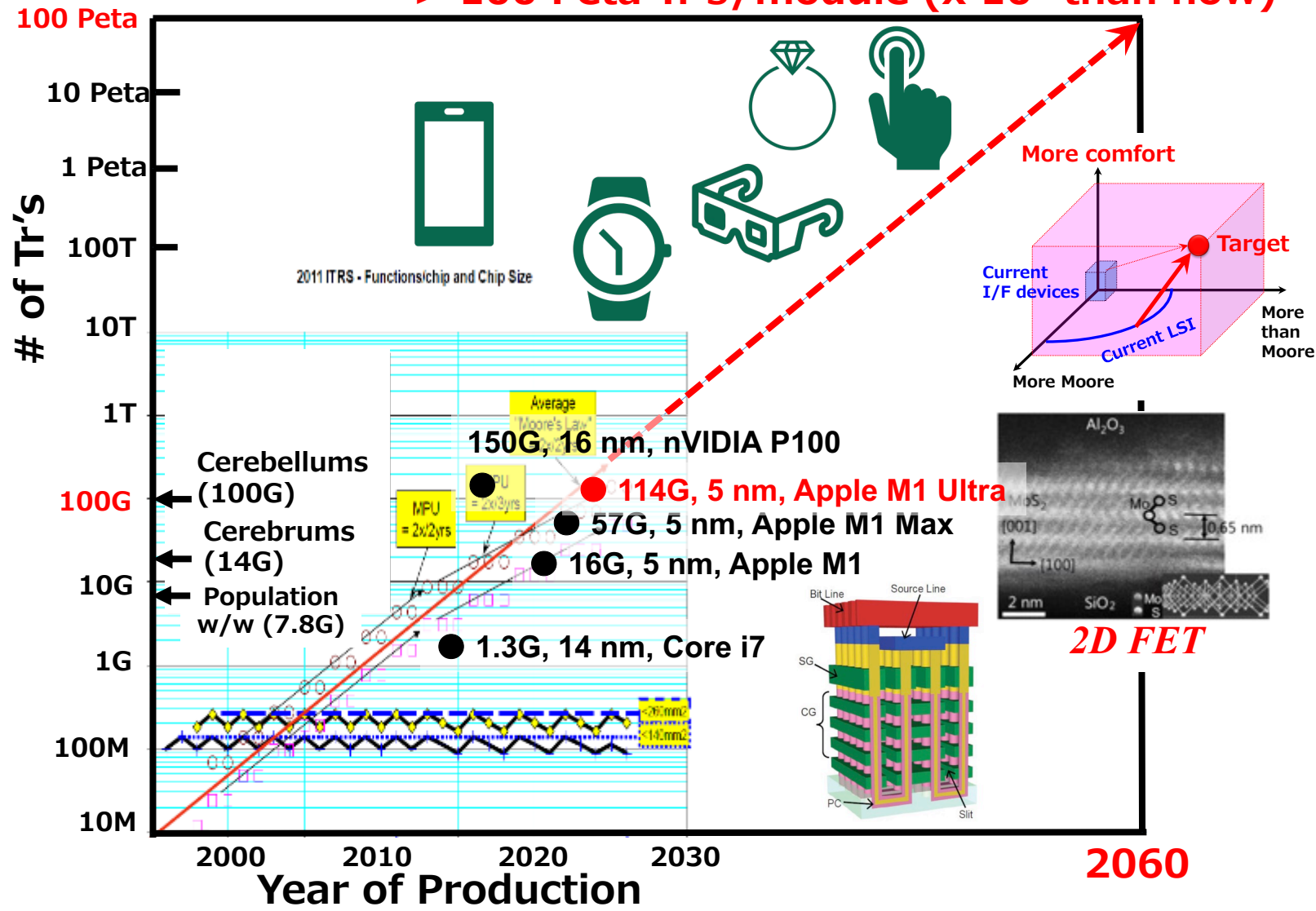
## ● 半導体集積回路

- 高機能化にはトランジスタ数の増大が重要

## ● Mooreの法則

- 単位面積当たりのトランジスタ数が2年で倍になる
- 2060年には現在の百万倍の機能が集積される

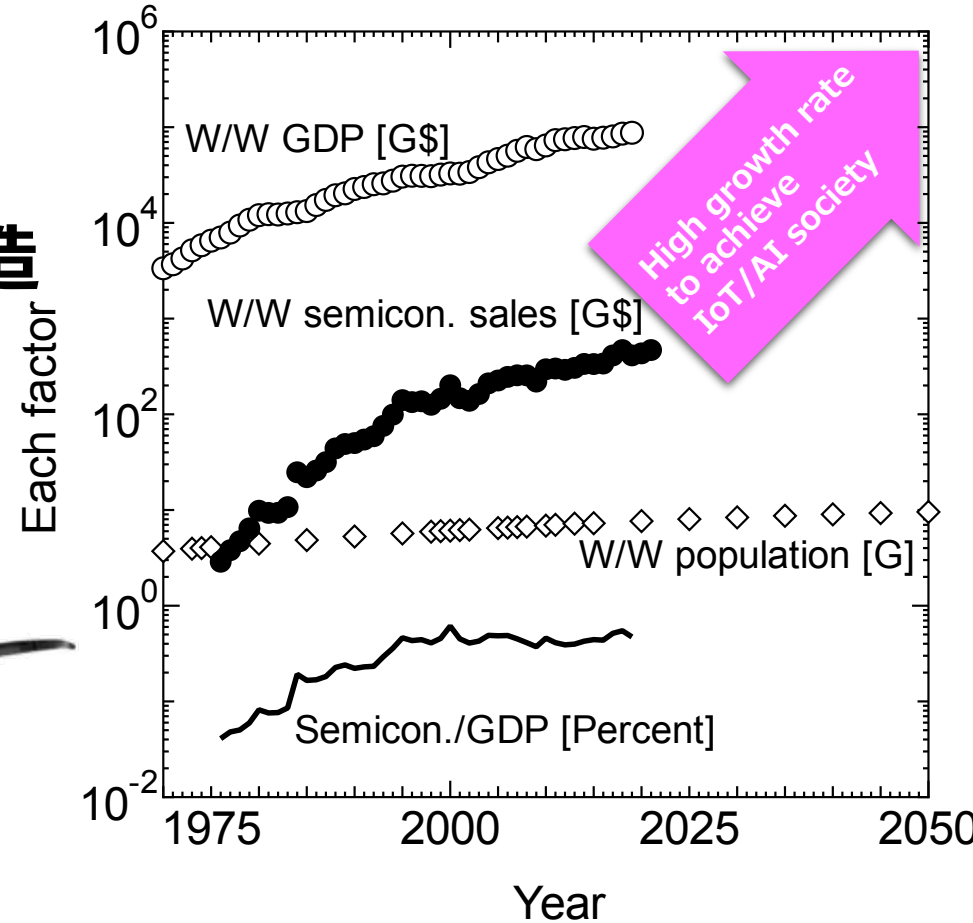
> 100 Peta Tr's/module (x 10<sup>6</sup> than now)



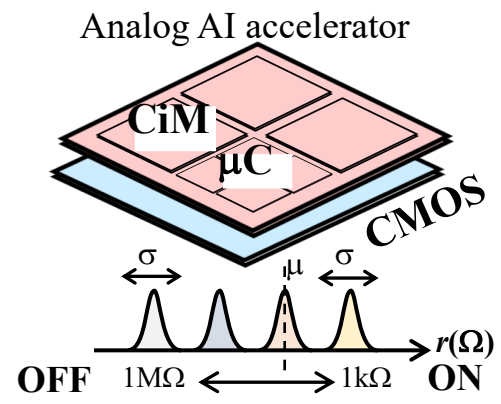
# 世界的な半導体業界の動向

- 材料/装置/集積回路/システム/ソフト/サービス高深度化
- 技術・応用とともに広範囲化して、地球環境保全に大いに貢献
- CY2020: 20%成長
  - Apple, Amazon, Meta, Alphabet, Microsoft, Tesla, トヨタ等も半導体製造

## ● 高収入を期待できる産業



EVシステム



生成AIシステム



XRシステム

# 国内の半導体業界の動向

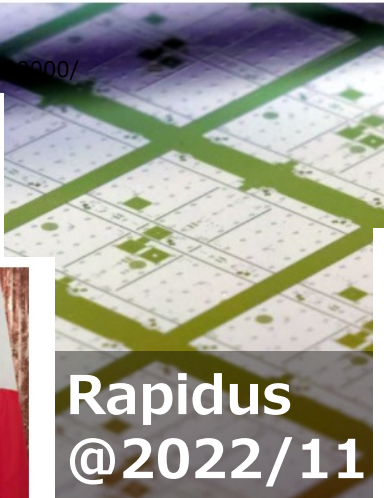
- AI需要等により国内でも半導体業界が沸騰中
- 半導体業界全体が**優秀な人材を渴望**

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM145GH0U1A011C2000000/>  
 台湾TSMC、日本初の工場を正式発表 2024年に量産開始  
 アジア8社 +フォローする  
 2021年10月14日 18:47 (2021年10月14日 20:33更新)

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC09DWY0Z01C22A1000000/>  
 トヨタやNTTが出資 次世代半導体で新会社、国内生産へ  
 エレクトロニクス +フォローする  
 2022年11月10日 18:00 (2022年11月10日 18:58更新) [会員限定記事]



<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA26C540W2A7262200000/>  
 日米、経済版2プラス2初開催 半導体量産で協力  
 対中国、人権・インフラ投資で秩序づくり  
 経済 +フォローする  
 2022年7月29日 20:30 (2022年7月30日 3:52更新)



<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFD061CY0W4A200C2000000/>  
 TSMC熊本第2工場、2027年稼働へ トヨタ2%出資  
 日経スcoop +フォローする  
 2024年2月6日 18:49 (2024年2月6日 20:53更新) [有料会員限定記事]



# 国内の半導体研究・人材育成動向：文科省X-nics

## ●スピントロニクス融合半導体創出拠点

- 代表機関：東北大学
- 拠点長：遠藤哲郎



## ●Agile-X～革新的半導体技術の民主化拠点

- 代表機関：東京大学
- 拠点長：池田誠



## ●集積Green-niX研究・人材育成拠点

- 代表機関：東京工業大学
- 中核連携機関：豊橋技術科学大学・広島大学
- 拠点長：若林整
- 副拠点長：澤田和明・寺本章伸



# 集積Green-niX研究・人材育成拠点

● 「Green半導体研究」と「人材育成」を目的とするオープンイノベーション拠点

● 半導体業界を牽引する研究者と企業が集結→**産業界からの期待大**

## ■ 教育研究機関

- 東京工業大学
- 豊橋技術科学大学
- 広島大学
- 明治大学
- 長岡技術科学大学
- 国立高等専門学校機構(全高専)
- University of California, Santa Barbara (US)

## ■ 国立研究所

- 産総研
- 量研機構

## ■ 企業（以下アルファベット順）

- エイブリック
- アクセンチュア
- 旭化成エレクトロニクス
- キヤノンアネルバ
- 日立ハイテク
- IBM US
- キオクシア
- KOKUSAI ELECTRIC
- マツダ
- マイクロンメモリジャパン
- 長瀬産業
- ナノブリッジ・セミコンダクター
- 日本電信電話
- ヌヴォトンテクノロジージャパン
- フェニテックセミコンダクター
- ルネサスエレクトロニクス
- ローム
- SCREENセミコンダクターソリューションズ
- ソシオネクスト
- ソニーグループ
- SUMCO
- 住友電気工業
- 住友精化

# Green-niXが輩出を目指す人材：LSI innovator

## ● LSI innovatorの人材像

### ■ 網羅的基礎力

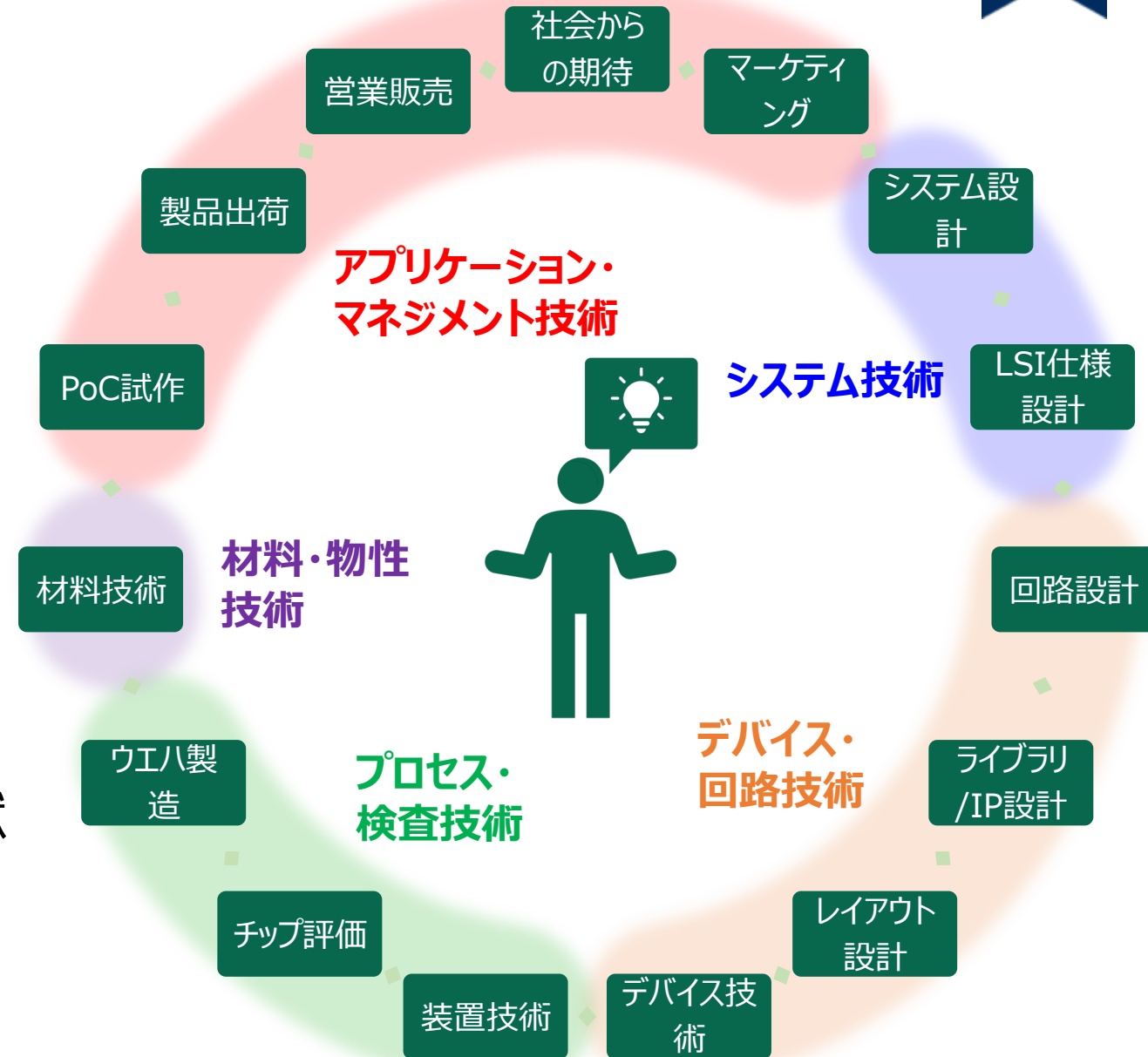
半導体集積回路の関連技術から、マネジメント、社会科学まで幅広い知見を持ち、業界全体を俯瞰的に見ることができる

### ■ 専門力・人間力等の複数の強み

世の中に何が求められるかを洞察し、専門力と技術力、人間力を駆使してその実現に導ける

### ■ LSI innovatorの再生産

新たなLSI innovatorの創出に貢献できる



# LSI innovatorの技能と系・コースの対応関係

## ● LSI innovatorの人材像

### ■ 網羅的基礎力

半導体集積回路の関連技術から、マネジメント、社会科学まで幅広い知見を持ち、業界全体を俯瞰的に見ることができる

### ■ 専門力・人間力等の複数の強み

世の中に何が求められるかを洞察し、専門力と技術力、人間力を駆使してその実現に導ける

### ■ LSI innovatorの再生産

新たなLSI innovatorの創出に貢献できる



## ● 全系・コースの皆さんが主役



# LSI innovatorの例



Tr.から経営まで：  
Dr. Lisa Su, AMD



DRAMから経営まで：  
Dr. Kinam Kim,  
Samsung



ASIC design:  
Dr. Jim Keller,  
tenstrrent



GPGPU/  
AI-processor design:  
Dr. Jensen Huang,  
nVIDIA



Logic Trs.:  
Dr. Mark Bohr,  
ex-Intel



裏面照射CIS:  
平山照峰氏、元ソニー



Delta/FinFET:  
久本大・博士、日立



Bulk FinFET特許：  
Dr. Jong-Ho Lee,  
Minister of  
Science and ICT,  
Korea



BiCS NAND Flash:  
青地英明氏、KIOXIA

# 学びの場 : Integrated Green-niX College

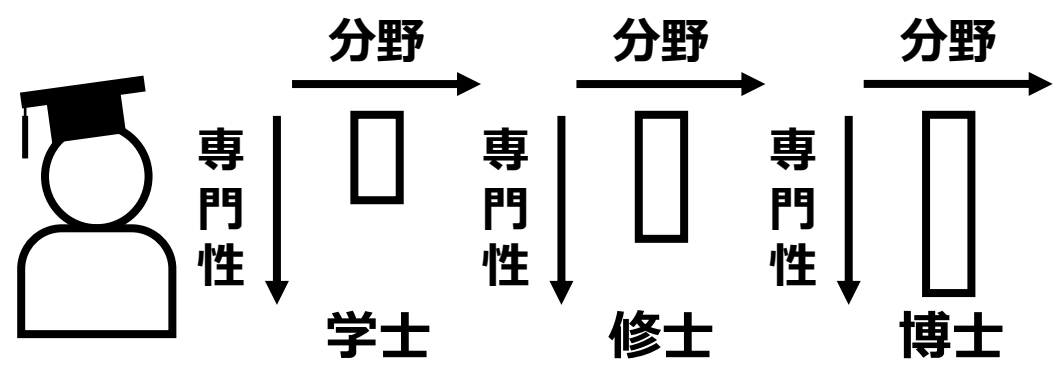
## ● Integrated Green-niX Collegeの概要

- LSI innovatorの卵を育成
- 東工大の**全系・コースの皆さんが参加可能** (2024年度は大学院生のみ)
- プログラムは**大学の課程カリキュラムと関係しつつ、基本的に独自のもの。**

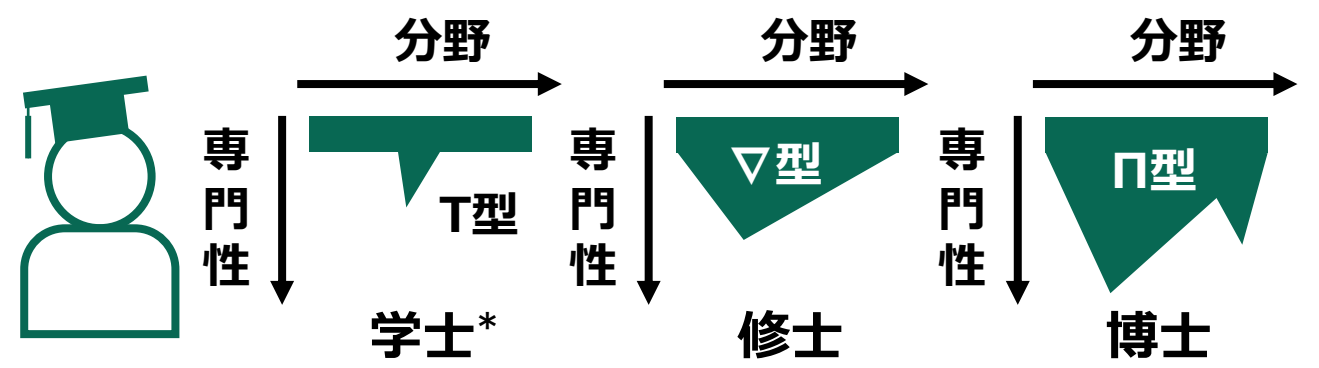
## ● Collegeの学修目標

- 集積回路技術を網羅的に理解する**幅広い基礎力**
- 異なる**2つ以上の複数専門領域**における深い専門力
- 英語能力やコミュニケーション能力を備え、共同での研究活動等をリードできる**統率力**
- 新しいことに**チャレンジすること**に喜びを見出す**挑戦的気概**
- 自身の技術を他者に**伝承すること**に努力を払うことができる**教育力**

## ● 各課程の到達目標レベル



一般的な課程 : 専門特化 (I型)



Green-niX College : 網羅的基礎力 + 複数専門力

\*学士課程用プログラムは2025年度以降 10

# College参加により得られるメリット

## ● Green-niX活動への参加が可能

### ■ 他大学の特徴的な講義の受講

- 東京工業大学 : 13科目
- 豊橋技術科学大学 : 8科目
- 広島大学 : 5科目
- 参加教育機関増加予定

LSI innovatorに必要な  
全技術領域を学修可能

### ■ 大学・企業講師陣による先端技術セミナーの受講

- Green-niX Seminar Series
- せとうち半導体 CMOSアドバンストコース
- etc...

講義では得られない  
半導体産業の現場感を知る

### ■ 学修メンター制度（希望者は適宜利用可能）

- 所属大学教員によるCollegeの履修計画サポート
- 企業メンターによるLSI innovatorに向けた将来構想サポート

LSI innovatorへの  
道筋を手厚くサポート

### ■ College現役生・修了生との交流

- 交流会・フォーラム・研究発表会の開催（計画中）

人と情報の輪を形成

## ● Integrated Green-niX College修了証の取得

### ■ 所定の認定条件を満たした段階で**随時取得可能**

半導体業界のパスポート

# College修了後のメリット

- College修了証の取得：LSI Innovatorへの第一歩
- 業界のお墨付き
  - 産学の認定委員により認可された教育プログラム  
大学・高専：6校、国立研究所：2機関、企業：22社
  - 半導体関連企業からの注目大
  - College修了者名簿を公開（希望者）
- 半導体業界の先端情報にいつまでも無料でアクセス可能
  - Green-niXシンポジウム
  - Green-niX関連セミナー
  - RA研究成果報告会（要NDA署名）
- 業界内の縦横の繋がりを提供
  - 修了生メーリングリスト
  - OBOG懇親会
  - Green-niXフォーラム
  - 記事の寄稿
  - SNS

# College修了証の取得方法

下記活動を自由に組み合わせ、在籍中の課程に対応する認定条件を満たすように“ポイント”を取得してゆく

※詳細は後述のCollegeホームページ参照

## ● 講義系活動

### ■ Green-niX対象科目の受講

- 科目の単位数 = 獲得可能なポイント数
- 他大学講義は**オンライン**で受講可能 ※一部例外あり
- 対面受講が必須な他大学科目は、**その旅費・宿泊費をCollegeが援助**
- 他大学科目の単位を**東工大の単位として取得可能**
  - ❖ 所属コースの修了要件に算入できる単位数はコースごとに異なる
  - ❖ 他大学科目の成績はGPA、GPTの計算から除外

## ● 講義以外の活動

- 講演会、セミナー等の聴講 : 1P or 2P  
(他大学開催でも多くはオンライン聴講可)
- 集積回路作製実習への参加 : 2P
- 研究発表 (学会等) : 1P or 2P
- 論文出版 : 1P or 2P
- インターンシップ、海外留学 : 1P/2week
- その他の活動

## College修了の認定要件

在籍中の課程	ポイント数 [P]
修士	8P以上
博士後期	12P以上

# 3大学のGreen-niX対象科目一覧



東京工業大学 (計13科目)				豊橋技術科学大学 (計8科目)				広島大学 (計5科目)			
コース	科目名	課程	(ポイント数) 単位数	科目名	課程	(ポイント数) 単位数	科目名	課程	(ポイント数) 単位数		
電電	VLSI工学第一	M	2	LSI Process 1	M	2	LSI集積化学	M	2		
	ナノデバイス材料解析・プラズマ加工特論	M	2	集積電子システム論	M	2	エレクトロニクス概論	M	2		
	AIと通信ネットワークシステム特論	M	1	電子デバイス論	M	2	アナログ集積回路A	M	2		
	半導体メモリ特論	M	2	センシングシステム	M	2	半導体メモリ技術概論	M	2		
	高周波計測工学	M	2	集積Green-niX基礎 I	M	1	電子デバイス物理	M	2		
	磁性・スピン工学特論	M	2	集積Green-niX基礎 II	D	1					
	知的情報資源の活用と特許	M	1	先端マイクロエレクトロニクス特論 I	D	2					
	Technology Analytics on Advanced LSIs	M	2	先端マイクロエレクトロニクス特論 II	D	2					
	集積Green-niX特別講義第一	M	1								
	集積Green-niX特別講義第二	M	2								
情通	VLSIレイアウト設計	M	2								
材料	セラミックス薄膜工学特論	M	2								
	機能デバイス特論	M	2								

# College修了までのモデルケース

## ● 修士（8ポイント）

- Green-niX対象科目の履修（2ポイント）×2科目 = 4ポイント
- Green-niXセミナーシリーズ（1ポイント）×2回 = 2ポイント
- RA報告会（1ポイント）×1回 = 1ポイント
- 学会発表（1ポイント）×1回 = 1ポイント

## ● 博士（12ポイント）

- Green-niXセミナーシリーズ（1ポイント）×4回 = 4ポイント
- インターンシップ（1ポイント）×1回 = 1ポイント
- 学会発表（1ポイント）×2回 = 2ポイント
- 論文出版（2ポイント）×2本 = 4ポイント
- その他活動（学生フォーラムの企画運営）×1回 = 1ポイント

※所属コースとの単位取得との干渉なし。

活動の組み合わせは任意。興味・都合に合わせて活動可能。

# Green-niX対象科目の具体例1

## ● Green-niX特別講義第一、第二@東京工業大学

■ Green-niX参画企業の講師陣による**現場感あふれる**オムニバス講義。  
各社の技術や、自身の専門との関連性を学ぶことができる。

### ■ 特別講義第一（1Q、1ポイント）

- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| 1. IBM US | 5. ルネサスエレクトロニクス |
| 2. NTT    | 6. ソニー          |
| 3. 日立ハイテク | 7. SUMCO        |
| 4. SCREEN |                 |

### ■ 特別講義第二（3Q、2ポイント）

- |                    |                  |           |
|--------------------|------------------|-----------|
| 1. アクセンチュア         | 6. エイブリック        | 11. ヌヴォトン |
| 2. キオクシア           | 7. ソシオネクスト       | 12. SUMCO |
| 3. KOKUSAIELECTRIC | 8. ナノブリッジセミコンダクタ | 13. マツダ   |
| 4. キヤノンアネルバ        | 9. 長瀬産業          | 14. マイクロン |
| 5. 日立ハイテク          | 10. ローム          |           |



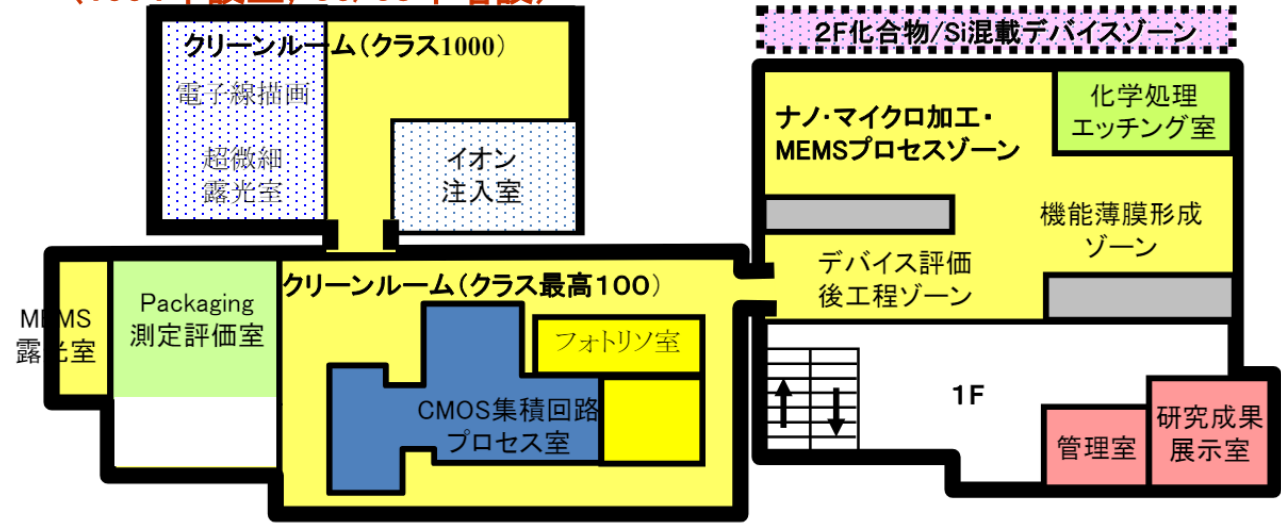
# Green-niX対象科目の具体例2

## ●集積Green-niX基礎I@豊橋技術科学大学

- 豊橋技科大のCMOS試作ラインを用いた**集積デバイス作製実習**
- 集中講義（2日間、1ポイント）

固体機能デバイス研究施設 700m<sup>2</sup>  
(1994年設立, 06/08年増設)

VBL 1500m<sup>2</sup>(2003年)



IRES<sup>2</sup>次世代半導体・センサ科学研究所 クリーンルーム



スパッタリング工程



リソグラフィ工程

豊橋技科大の試作ラインを用いた実習イメージ (写真は高専生対象実習)

# 講義以外活動の具体例1

## ● Green-niX Seminar Series@東京工業大学 (2023年度の実施例)

- 第1回 : 2D materials and devices for bio-inspired computing
  - Prof. Saptarshi Das@Pennsylvania State University
- 第2回 : 先端ロジックデバイス技術セミナー
  - 山下典洪氏@IBM US
- 第3回 : Neuromorphic computing devices based on CMOS technology
  - Prof. Qing-Tai Zhao@Forschungszentrum Jülich GmbH
- 第4回 : 半導体デバイス動向と成膜技術について
  - 小川雲龍氏@KOKUSAI ELECTRIC
- 第5回 : Forge the Future: Unleash Your STEM Superpowers in Semiconductors
  - Ms. Thy Tran@Micron



## ● 国内外の産学講師陣が最先端技術を熱く語る

# 講義以外活動の具体例2

## ● CMOSアドバンスコース@広島大学せとうち半導体コンソーシアム (2023年度の実施例)

### ■ 第1回：半導体の用途とニーズ

- ソフトバンク
- 日産

### ■ 第2回：メモリデバイス・ロジックデバイス

- マイクロン
- Rapidus

### ■ 第3回：半導体装置

- Applied Materials Japan
- SCREEN
- ASML
- 日立ハイテク

### ■ 第4回：部品/材料/ファシリティ/環境

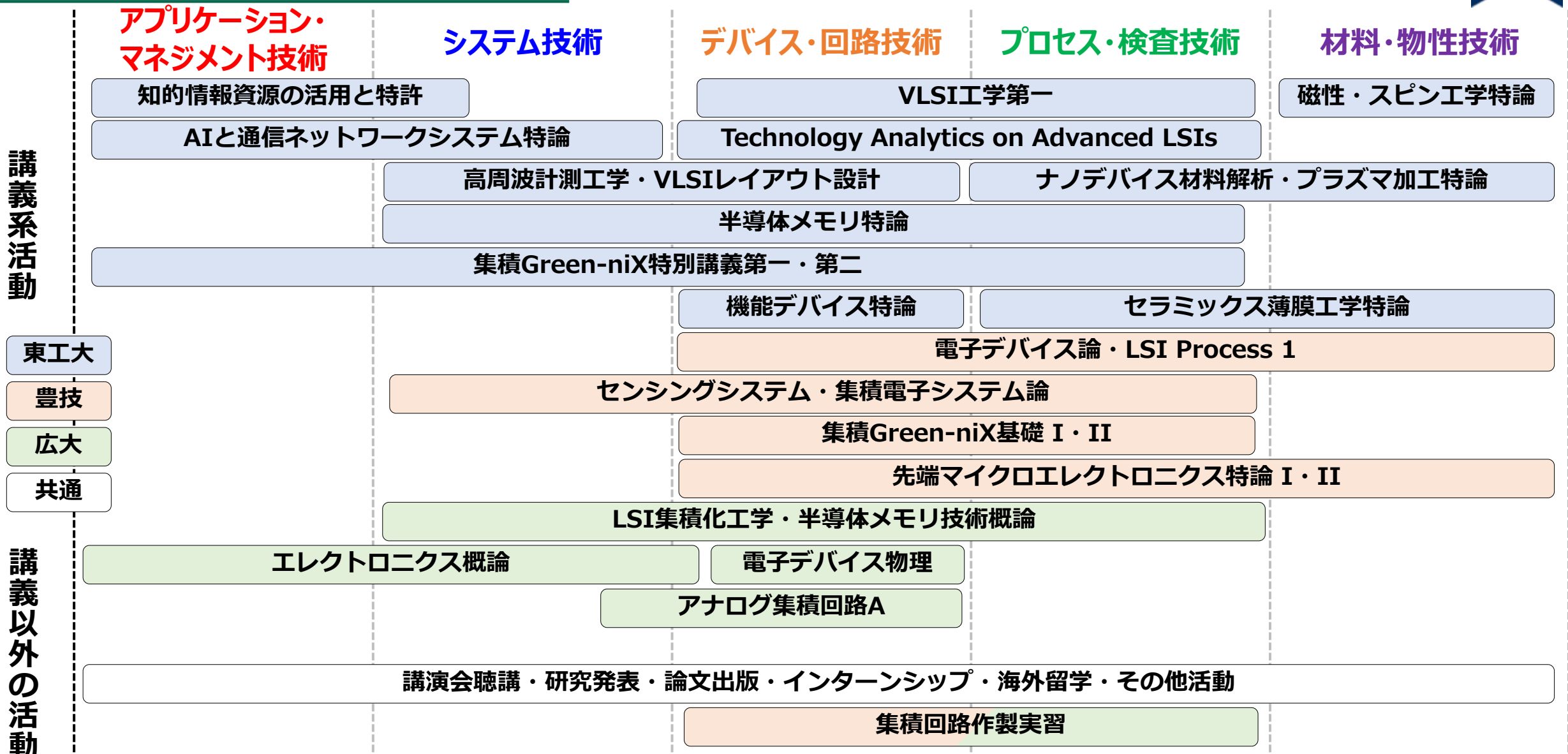
- SUMCO
- 東京応化
- ステラケミファ
- ローツエ
- フジキン
- 堀場エステック
- 日立プラントサービス

### ■ 第5回：経営者に聞く

- NTT
- タツモ
- ローツエ

● **業界の第一線で活躍する技術者・著名人が熱演**

# College活動の技術分野分布



講義系活動

講義以外の活動

- 東工大
- 豊技
- 広大
- 共通

# College登録学生募集

- Collegeの対象学生（2024年度）
  - 東京工業大学に所属する全大学院生  
※単位互換による他大学講義の受講は工学院および物質理工学院所属学生のみが対象
- 登録方法
  - Collegeホームページに記載の登録フォームより参加登録
  - [https://www.knc.titech.ac.jp/gnx/igx\\_college/index.html](https://www.knc.titech.ac.jp/gnx/igx_college/index.html)
  - ※参加登録によりCollege活動を強制することはない
  - ※College活動の未履修による不利益は一切ない
- 登録によるメリット
  - Green-niX活動に参加可能
    - 他大学の特色ある科目を履修可能（旅費等支援あり、自大学の単位化可能）
    - トップ企業・研究教育機関の先端技術・有名人の講演を聴講可能
    - 教員・企業メンターとの面談（希望者）
  - 認定条件を満たすことでCollege修了証をいつでも取得可能
  - 講演等のCollegeイベント情報や履修情報をメールで受け取れる
- 少しでも半導体に興味がある学生の参加をお待ちしています！



問い合わせ：College事務局（筒井・白倉） [info-college@knc.titech.ac.jp](mailto:info-college@knc.titech.ac.jp)

# 他大学科目の受講

## ● 他大学科目受講の対象学生（2024年度）

下記学院に所属する大学院生

- 工学院
- 物質理工学院

## ① 東工大生用College案内ページから科目開講大学の申請書類をダウンロード

## ② 申請書類に記入の上、期限内にCollege事務局に提出

- 毎年度、前期、後期毎に受付。

### ■ 提出期限

- 豊橋技術科学大学（前期は東工大の1、2Q、後期は東工大の3、4Qに対応）
  - ❖ 後期講義：2024年9月（予定）
- 広島大学（3、4Tは東工大の3、4Qに対応）
  - ❖ 3、4T：現在調整中。6月を目途にHPとメールで情報を開示予定。

### ■ 提出方法

- 学内便：ポスト番号：すG2-30 Integrated Green-niX College事務局 宛
- 対 面：すずかけ台キャンパス G2棟10階1014室 10:00 ~ 17:00  
045-924-5453
- 郵 送：〒226-8501 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-G2-30  
Integrated Green-niX College事務局 宛