

横浜国立大学大学院先進実践学環

社会人プログラム

「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」案内

横浜国立大学の「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」は、社会人のリスキリング（再教育）やキャリアアップを目的とした教育プログラムです。近年急速に発展している半導体集積回路、光エレクトロニクス、量子デバイスといった分野について、基礎から最先端技術までを体系的に学ぶことができます。

【講座の概要】

この講座では、初学者に向けては基礎から学べるカリキュラムを提供し、また、半導体の後工程技術や光電融合技術、量子コンピュータ関連技術などを深く学びたい研究者や技術者の方々には、最新の技術動向を含む専門的な内容をご紹介します。

本講座は以下の2つのコースで構成されています。

I ショートコース：対面による「特別講義」（4日間）を中心とした短期集中型のプログラム。リスキリングの第一歩としておすすめします。

II フルコース：ショートコースに加えて、「大学院講義」の受講や「研究室での実習」を含むより深い専門学習プログラムで、実践的なスキル向上やキャリア転身にも対応します。

フルコースを希望する場合は、別途「科目等履修生」としての出願が必要となります。後述の事項【申し込み方法】を参照のうえ「社会人プログラム「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」科目等履修生募集要項」（p.4 参照）に従い、出願手続きをおこなってください。出願にあたっては期日がありますのでご注意ください。

「科目等履修生」として受講し所定の単位を修得した場合は「学修証明書」が発行されます。

【講座の構成】

I ショートコース

ショートコースは、対面による「特別講義」とシンポジウムへの参加で構成されます。

(1) 「特別講義」

基礎から応用まで幅広い内容をカバーする講義です。以下のベーシック講座およびアドバンス講座の全17講座から、自由に選択して受講いただけます。

A. ベーシック講座（基礎）

A1: 基礎半導体エレクトロニクス講座（1 日）

A2: 基礎量子エレクトロニクス講座（1 日）

B. アドバンスド講座（応用・先端技術）

B1: 先端半導体プロセス講座（1 日）

B2: 光エレクトロニクス講座（半日）

B3: 量子エレクトロニクス講座（半日）

※各講座の具体的な内容は、「特別講義カリキュラム」をご参照ください。

(2) 「量子集積エレクトロニクス技術公開シンポジウム」

本学の半導体・量子集積エレクトロニクスセンター（SQIE センター）と先進実践学環が主催する最新技術動向を学べるシンポジウムにご参加いただけます。

（令和 8 年 12 月開催予定）

Ⅱ フルコース

フルコースでは、ショートコースに加えて、「大学院講義」の受講と「研究室での実習」（希望者のみ）が含まれ、より高度な知識やスキルの習得を目指す方々に最適です。フルコースの受講にあたっては、別途「科目等履修生」としての出願が必要となります。後述の【申し込み方法】（p. 4）をご参照ください。

(3) 「大学院講義」

横浜国立大学大学院先進実践学環の研究テーマ「集積エレクトロニクスと社会展開」に関連した講義を受講します。「科目等履修生」として、8 単位を履修することで、学修証明書が発行されます。

※提供科目の詳細は、「大学院講義一覧」（p. 10）をご参照ください。

(4) 「研究室での実習」（希望者のみ）

希望者は、本学教員の研究室にて、半導体・量子集積デバイスプロセスや技術開発に関わる実習に参加することができます。

※実習受入予定研究室、内容、期間などの詳細は、「実習受入予定研究室一覧」（p. 11）をご参照ください。

【実施時期】

I ショートコース

(1) 「特別講義」

A1: 基礎半導体エレクトロニクス講座	8月25日(火)
A2: 基礎量子エレクトロニクス講座	8月26日(水)
B1: 先端半導体プロセス講座	8月27日(木)
B2: 光エレクトロニクス講座	8月28日(金)
B3: 量子エレクトロニクス講座	8月28日(金)

(2) 「量子集積エレクトロニクス技術公開シンポジウム」…令和8年12月実施予定

II フルコース

(3) 「大学院講義」

科目等履修生の在学期間となる令和8年度10月～令和9年度9月の期間中

(4) 「研究室での実習」(希望者のみ)

科目等履修生の在学期間中に実施。受け入れ教員と相談のうえ決定します。

【実施会場】

横浜国立大学常盤台キャンパス 神奈川県横浜市保土ケ谷区常盤台 79

※講義棟名等は後日受講者にお知らせします

【受講料】

I ショートコース：無 料

II フルコース：本学「科目等履修生」としての授業料等
検定料 9,800 円
入学料 28,200 円
授業料 1 単位 14,800 円×8 単位＝118,400 円

【受け入れ人数】

I ショートコース 50 名(予定)
II フルコース 10 名(予定)

【申し込み方法】

本学大学院先進実践学環ホームページ 社会人向けプログラム「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」のページに申し込みフォームを掲載します。

フォームを参照のうえ必要項目を入力し申し込みを行ってください。

URL : https://ynuifgs.ynu.ac.jp/?post_type=professional&p=1690&preview=true

先着順の申し込みとなります。受け入れ人数を超えた場合は申し込みを締め切る場合があります。

また、フルコースを希望される場合は、科目等履修生としての出願を、別途行う必要があります。

出願にあたっては、本学大学院先進実践学環ホームページ 社会人プログラム「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」科目等履修生」の案内ページに、募集要項を掲載しますので、募集要項に従い出願してください。

URL : https://ynuifgs.ynu.ac.jp/?post_type=professional&p=1691&preview=true

【ショートコース「特別講義」内容紹介】

ショートコース「特別講義」時間割

A. ベーシック講座 (基礎)	8月25日 (火)	A1: 基礎半導体エレクトロニクス講座	
		8:50-10:20	半導体技術の概要 (90分)
		10:30-12:00	半導体の物理とデバイス (90分)
		13:00-14:30	半導体集積回路設計概論 (90分)
		14:40-16:10	半導体プロセス概論 (90分)
		16:15-17:15	グループディスカッション (60分)
	8月26日 (水)	A2: 基礎量子エレクトロニクス講座	
		8:50-10:20	光集積エレクトロニクス概論 (90分)
		10:30-12:00	量子デバイス概論 (90分)
		13:00-14:30	スピネレクトロニクス概論 (90分)
		14:40-16:10	超伝導エレクトロニクス概論 (90分)
B. アドバンスト講座 (応用・先端技術)	8月27日 (木)	B1: 先端半導体プロセス講座	
		8:50-10:20	先端半導体前工程 (90分)
		10:30-12:00	半導体微細配線(BEOL)工程 (90分)
		13:00-14:30	半導体後工程技術 (90分)
		14:40-16:10	3D接合技術 (90分)
	8月28日 (金)	B2: 光エレクトロニクス講座	
		8:50-10:20	シリコンフォトリソ I (90分)
		10:30-12:00	シリコンフォトリソ II (90分)
		B3: 量子エレクトロニクス講座	
		13:00-14:30	量子コンピューティング (90分)
		14:40-16:10	量子通信 (90分)

A. ベーシック講座（基礎）

A1:基礎半導体エレクトロニクス講座（1 日）

私たちの身の回りにあるスマートフォンやパソコンなどの情報電子機器は、大規模集積回路（LSI）を中核として動作しています。これらの LSI は、数百万から数十億個ものトランジスタで構成される大規模な論理回路システムです。

本講座では、このようなデジタル集積回路の基本構造と設計の仕組みについて、わかりやすく解説します。まず、LSI を構成する基本的な電子デバイスである MOS トランジスタの構造や動作原理を理解し、それらを組み合わせて論理ゲートを構成し、さらにそれらがどのようにして複雑なシステムへと発展していくのかを学びます。また、集積回路が実際にどのような半導体プロセス技術によって製造されているのかについても、その全体像を紹介します。

半導体技術の概要（90 分）（吉川信行）

半導体集積回路の歴史と現状を概観し、半導体技術の全体像と今後の方向性について学びます。また、集積回路の性能を評価するための基本的な指標に加え、最新の技術動向や応用分野についても理解を深めます。

学習内容：半導体集積回路の歴史、現状の課題と将来展望、性能評価指標（コスト、安定性、スピード、消費電力）

半導体の物理とデバイス（90 分）（西口克彦）

半導体を理解するための基礎的な物理と、そこから構成される MOS トランジスタの仕組みや基本特性を解説します。あわせて、スケーリング則も紹介します。

学習内容：半導体の物理、pn 接合、MOS トランジスタ（静特性と動特性）、短チャネル効果、スケーリング則

半導体集積回路設計概論（90 分）（吉川信行）

MOS トランジスタを用いた CMOS 論理ゲートの構成方法を学び、スピードや消費電力といった性能がどのように決まるのかを理解します。また、大規模集積回路の設計方法論についても紹介します。

学習内容：CMOS インバータ（動作原理、スピード、消費電力）、組み合わせ論理回路の設計、順序回路の設計、設計方法論

半導体プロセス概論（90 分）（柯梦南）

リソグラフィ、成膜、エッチングなど、集積回路の製造に必用な半導体プロセス技術について学びます。

学習内容：半導体集積回路プロセス工程（フォトリソグラフィ、拡散・イオン打込み、成膜、エッチング、平坦化处理）、パッケージング

グループディスカッション (60 分)

受講者同士のネットワーキングを目的としたディスカッションを実施し、共通の話題を通じて意見交換を行います。

A2:基礎量子エレクトロニクス講座 (1 日)

現在に至る半導体プロセス技術（特に微細化技術）の発展の中で、Beyond CMOS と呼ばれるアプローチによりナノテクノロジーが誕生し、量子力学的挙動を巧みに情報処理に活用できる新たなデバイスが実現可能となりました。量子エレクトロニクスは、古くは電子や原子核と光子の相互作用を考察する学問として生まれ、近年は量子コンピュータや半導体レーザー、電子スピンに代表される最新技術を扱うようになっていきます。

本講座では、現代量子エレクトロニクスの核をなす、光集積エレクトロニクス、量子デバイス、スピネレクトロニクス、超伝導エレクトロニクスについてわかりやすく解説します。

光集積エレクトロニクス概論 (90 分) (荒川太郎)

光エレクトロニクスは電子工学と光学を融合した分野で、この学問の発展により電子の代わりに光を使った光集積回路等が開発され発展してきました。ここでは、基礎となる光集積エレクトロニクスについて学びます。

学習内容：半導体レーザー、発光ダイオード、光通信システム、光電融合

量子デバイス概論 (90 分) (大矢剛嗣)

量子デバイスは分子や原子の量子力学的特性を利用するデバイスです。量子力学の知見を応用することで、例えば電子の 1 個単位での操作、量子ビット表現と量子コンピュータへの展開といったことを扱えるようになります。ここではその基礎について学びます。

学習内容：量子井戸、量子ドット、単一電子輸送、クーロンブロッケイド効果、量子ビット、現状と課題

スピネレクトロニクス概論 (90 分) (関口康爾)

スピネレクトロニクスは電子が持つ電荷に加えてスピン状態の両方を光学的に利用・応用する分野であり、スピンの自由度を利用することで従来のエレクトロニクスでは実現できなかった機能や性質を持つデバイスを実現することができるようになります。ここではその基礎について学びます。

学習内容：電子スピン、巨大磁気抵抗効果、スピンデバイス、現状と課題

超伝導エレクトロニクス概論 (90 分) (山梨裕希)

超伝導とは、特定の物質を極低温に冷却した時に電気抵抗が完全にゼロとなり、特異な磁氣的性質が生じる状態変化のことです。これを利用したデバイス・集積回路では高

速動作性等が実現可能です。この基盤となる超伝導エレクトロニクスは、量子コンピュータ実現の基盤技術ともなっています。ここではその基礎について学びます。

学習内容：超伝導、磁束量子、マイスナー効果、量子ビット、現状と課題

B. アドバンスト講座（応用・先端技術）

B1: 先端半導体プロセス講座（1 日）

本講座では、最先端の半導体製造技術に関する基礎知識から応用技術までを、前工程・後工程・配線工程・3D 実装技術といったプロセスごとに体系的に学びます。微細化が限界に近づく中で重要性を増す新たなデバイス構造や、製造技術の進化、さらにはパッケージング技術の革新など、今後の半導体開発に不可欠な知識を習得することを目的としています。研究・開発・製造に携わる技術者を対象に、現場で即戦力となる技術理解を深める内容としています。

先端半導体前工程（90 分）（井上史大）

本講義では、FinFET や GAA（Gate-All-Around）、BSPDN（Backside Power Delivery Network）といった最新のトランジスタ構造を取り上げ、それらの実現を支える前工程技術について解説します。特に、EUVL（極端紫外線リソグラフィ）や ALD（原子層堆積）など、先端ノードで重要な製造技術の役割と課題について、基礎から最新の動向までをわかりやすく紹介します。

学習内容：FinFET および GAA 構造の基本原理と設計背景、BSPDN による配線最適化の狙いと実装技術、EUVL の原理・装置構成・課題（マスク・欠陥管理など）、ALD の特徴と前工程への適用例（ゲート絶縁膜・バリア膜形成）、今後の微細化トレンドに対応するための技術動向

半導体微細配線(BEOL) 工程（90 分）（上野和良）

本講義では、配線工程における技術進化を辿りながら、微細化に伴う課題や解決手法を学びます。Al 配線から Cu ダマシンプロセス、さらに Cu/Low-k 材料への移行といった技術変遷を紹介しつつ、主要な配線プロセスや発生しやすい不良モードについて解説します。後半では、最新の多層配線構造とそれに伴う技術的チャレンジについても扱います。

学習内容：Al 配線から Cu 配線への移行理由と技術課題、ダマシンプロセスの工程フローと材料選定、Low-k 材料の特徴、種類、および信頼性への影響、不良モード（エレクトロマイグレーション、クラックなど）の発生メカニズム、高アスペクト比配線・配線ピッチ縮小に対応した最新構造と形成技術

半導体後工程技術 (90 分) (井上史大)

本講義では、半導体チップの完成後に行われる後工程技術に焦点を当てます。2.5D インターポーザ、TSV (シリコン貫通電極)、Chip-on-Wafer-on-Substrate (CoWoS) など、実装密度向上やパフォーマンス最適化のために用いられる各種技術について紹介します。後工程が果たす役割と、製品の性能・歩留まりに与える影響について理解を深めることができます。

学習内容：後工程 (パッケージング) の基本構成と目的、2.5D インターポーザ技術とその活用事例、TSV の形成プロセスと課題 (ストレス、抵抗低減など)、CoWoS などの高密度実装技術と製品例、歩留まり改善と品質保証に向けた設計・製造上の工夫

3D 接合技術 (90 分) (井上史大)

本講義では、半導体の高密度化と高性能化を支える 3D 実装技術について解説します。特に、ハイブリッド接合 (Hybrid Bonding) を中心に、先端の 3D 接合手法やその応用例を紹介し、従来技術との比較を通じてそのメリットや課題を明確にします。将来のチップレット設計や Heterogeneous Integration (異種集積) への布石としての 3D 接合の意義を学びます。

学習内容：3D 実装の背景と目的 (性能向上・小型化・電力効率)、ハイブリッド接合の原理とプロセスステップ、Cu-Cu 接合や Cu/Sn バンプなどの比較と適用例、3D スタッキングによる熱・信号遅延・歩留まりへの影響、チップレットアーキテクチャと 3D 技術の融合動向

B2: 光エレクトロニクス講座 (半日)

シリコンフォトニクスは、シリコン大規模集積回路の製造技術を用いてシリコン基板上に大規模な光集積回路を作製する技術であり、半導体の重要な応用分野の一つです。本講義では、シリコンフォトニクスに関して以下の内容を解説します。

シリコンフォトニクス I (90 分) (馬場俊彦)

シリコンフォトニクスの概要とシリコンフォトニクスデバイスの基礎について解説します。

学習内容：概要 (歴史、デバイス、ファウンダリ、現状と未来など)、シリコンフォトニクスデバイス (種類、構造、原理、動作特性、設計など)

シリコンフォトニクス II (90 分) (馬場俊彦)

ファウンダリを利用した光集積回路の作製とシリコンフォトニクス分野の最新の研究開発動向について解説します。

学習内容：ファウンダリを利用した光集積回路 (ファウンダリ、データ作成、評価法など)、最新の研究開発動向 (光トランシーバ、コパッケージ、センサ応用など)

B3:量子エレクトロニクス講座（半日）

量子情報技術に焦点を当てる講座です。近年、0と1からなるビットをもちいた従来の計算機とは異なる「量子ビット」にもとづく量子計算機（量子コンピュータ）開発が進展しています。また通信においても量子を用いる量子通信技術の提案・実装が進んでおり、無条件安全な通信や量子コンピュータの分散化・セキュアクラウド化へ役立つことが期待されています。本講座では主にこれら2つの応用へ至る基礎から近年の発展まで解説します。

量子コンピューティング（90分）（小澤陽）

量子性を利用し、従来の古典計算機よりも高速化が期待される代表的なアルゴリズムや、量子コンピュータを実装する近年の代表的な物理系に関して解説をします。

学習内容：量子ビット、量子ゲート、量子回路、代表的な量子系（光、イオントラップなど）

量子通信（90分）（堀切智之）

量子通信の代表的な応用例である量子鍵配送（量子暗号）や量子テレポーテーションに関して解説します。また量子通信路でグローバルネットワーク化に必須の量子中継について、構築方法を解説します。

さらに、長距離化において問題となる量子状態の劣化（量子もつれの劣化）とそれに起因する誤り率上昇を克服するための量子もつれ純粋化が必要なことを解説します。ここでは量子計算機に登場する量子ゲートが必要なことから、量子計算と量子通信が密接に関連することを理解します。「量子インターネット」の概念についても学びます。

学習内容：量子鍵配送、量子中継、量子もつれ純粋化、量子インターネット

フルコース 令和 8 年度「大学院講義」一覧

分野	講義名（単位数）	開講期	教員
集積エレクトロニクス	先端半導体製造特論（2 単位）	秋学期	井上史大
	電子デバイス特論（2 単位）	秋学期隔年（偶）	竹村泰司
	スピントロニクスⅠ（1 単位） スピントロニクスⅡ（1 単位）	春学期隔年（偶）	関口康爾
	超伝導エレクトロニクス（2 単位）	春学期	山梨裕希
	集積ナノデバイス工学Ⅰ（1 単位） 集積ナノデバイス工学Ⅱ（1 単位）	春学期	大矢剛嗣
量子	量子情報物理学概論（2 単位）	春学期	小坂英男 堀切智之 小澤 陽
	光と物質の量子物理学概論Ⅰ（1 単位） 光と物質の量子物理学概論Ⅱ（1 単位）	秋学期隔年（奇）	馬場基彰
	低温物理学（2 単位）	秋学期隔年（奇）	島津佳弘
フォトンクス	フォトンクス理論Ⅰ（1 単位） フォトンクス理論Ⅱ（1 単位）	春学期	馬場俊彦
	冷却原子と光科学概論（2 単位）	春学期	赤松大輔 洪 鋒雷 浅川寛太
	先端レーザー分光学概論Ⅰ（1 単位） 先端レーザー分光学概論Ⅱ（1 単位）	秋学期	片山郁文 田原弘量
	光・電子材料学概論（2 単位）	秋学期	向井剛輝
	半導体光エレクトロニクスⅠ（1 単位） 半導体光エレクトロニクスⅡ（1 単位）	秋学期隔年（奇）	荒川太郎
	センシングフォトンクス（2 単位）	秋学期隔年（偶）	水野洋輔
	ナノフォトンクスⅠ（1 単位） ナノフォトンクスⅡ（1 単位）	春学期	西島喜明
機械・材料	アクチュエータ設計論（2 単位）	秋学期	梶脇大海
	センシング工学Ⅰ（1 単位） センシング工学Ⅱ（1 単位）	秋学期	太田裕貴
	強度設計特論（2 単位）	春学期	于 強
	マイクロマシン工学（2 単位）	秋学期	丸尾昭二
	ナノ材料工学概論（2 単位）	秋学期	大竹 充

※時間割については、社会人向けプログラム「半導体・量子集積エレクトロニクス総合講座」科目等履修生の＜令和 8（2026）年度指定授業科目時間割＞を参照のこと。

フルコース「研究室での実習」（希望者のみ）受入予定研究室一覧

研究室	実習内容	実習期間
吉川信行研究室	【集積回路設計（アナログシミュレータを用いた論理回路御設計）】 CMOS 論理回路の設計方法について学び、アナログシミュレータを用いて遅延時間や消費電力などの基本性能を評価する。	令和 8 年 10 月～ 令和 9 年 3 月のうち 3 日間
井上史大研究室	【半導体配線工程、後工程の評価技術】 CVD プロセス、化学系（めっき、洗浄、CMP）プロセス、評価手法について、実際の製造プロセスとほぼ同じ挙動をする小型装置群、または実際の量産で用いられる装置を使って基礎から学ぶ。	令和 8 年 10 月～ 令和 9 年 9 月のうち 3 日間
柯梦南研究室	【Si MOSFET の作製と特性評価】 MOS トランジスタの作製から評価までの工程を学ぶ。あわせて原子層堆積装置（ALD）、スパッタ装置、マスクレス露光装置などの半導体加工装置の操作を習得する。	

※具体的日程は調整のうえ決定します。

【問い合わせ先】

横浜国立大学 学務・国際戦略部

教育企画課 先進実践学環係

〒240-8501 横浜市保土ケ谷区常盤台 7 9 番 8 号

学生センター 3 階

TEL：045-339-3142

メールアドレス ifgs-jimu-2@ynu.ac.jp