

## 第5部

### 特集5 Asia Pacific Internet Engineering (APIE) プログラム

工藤 紀篤、大川 恵子、Achmad Husni Thamrin、有馬 俊、Marcos Maekawa

#### 第1章 はじめに

APIEプログラムは、SOI Asia (Schhol on Internet Asia)プロジェクトにおける、人材育成を担うサブプロジェクトで、2021年に活動を開始した。

WIDEプロジェクトのみならず、APNIC\*<sup>1</sup>、AITAC\*<sup>2</sup>や、SOI Asiaプロジェクトに参加するパートナー組織との協力により、アジア太平洋地域において次世代のRENの運用を担う人材や、インターネット分野の研究者を目指す人材の育成を目的とする。学部の専門が定まっていない若手を主なターゲットとしており、分野を限定せず幅広いバックグラウンドの受講者を対象としてプログラムを開発している\*<sup>3</sup>。

2022年度には、初期のコースコンテンツが完成し、SOI Asiaのパートナー大学を対象としたパイロット版のコース提供を開始した(2022年度報告書参照)。そして2023年には、パイロットコースの修了者を対象とした、合宿形式のAPIE Campの実施、またインターンシッププログ

ラムの提供を開始し、プログラム内容を拡充している。同時に、パイロット版に続く本格的な学生の受入れを開始している。

本稿では、2023年度のAPIEプログラムの活動状況について、プログラムを構成する以下の4つのコンポーネント毎に報告する。なお、APIE Programは、APIE OnlineコースとE-WorkshopをセットとしたBatchと呼ばれる単位で、表1に示す通り年間2回を目途に開講している。またそれぞれのBatchを修了した学生を対象とし、1週間の合宿形式のAPIE Camp、修了者を対象としたインターンシッププログラムのAPIE Internshipを定期的実施している。

- APIE Online: オンラインの自習コンテンツ
- APIE E-Workshop: 隔週で実施されるオンラインミーティング(APIE Onlineとセット)
- APIE Camp: Online、E-Workshopを修了した学生向けの合宿プログラム
- APIE Internship: インターンシップ

表1 APIE Program 2023スケジュール

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pilot		Camp			Internship			Camp	Internship			
Batch 02					Online/E-Workshop				Internship			
Batch 03									Online/E-Workshop			

\*1 <https://www.ai3.net/>

\*2 <https://www.soi.asia/>

\*3 <https://apie.soi.asia/>

## 第2章 APIE Onlineコース

APIE Onlineコースは、学習者がオンラインでいつでもどこからでも学習することができる自習型のコースで、現在「Understanding the Internet」と「Operating the Internet」の2つのコースをFutureLearnを通して提供している。APIE Onlineの学習内容については2022年報告書を参照されたい。

現在までのコースの提供状況と、学習状況を表2に示す。2022年のパイロットプログラムでは、72名がコースに登録した。最終的に12名が2つのコースを修了した。2023年5月から開講したBatch02、9月から開講したBatch03では、より多くの学習者が参加している。Batch02からはマレーシア、バングラデシュ、Batch03からはベトナム、フィリピン、カンボジアのパートナー大学が加わった事、またBatchを重ねる毎に、過去の学習者が友人知人等にプログラムを紹介することで、これまでも参加している大学内でも参加者数が増加している。一方で申込者の増加に対してコースの修了者数の伸びは小さい。これは、学習時間を確保できなかったケースや、学習をスタートしなかった、途中で興味を失った等いくつかの要因が考えられる。本プログラムは、無料で気軽に登録ができ、かつ所属大学の学業から独立している。したがって簡単に参加できる一方で離脱も簡単なこと参加者の伸びと比較し終了者数が伸び悩んでいる原因と考えられる。一方で、過去の修了生がTA (Teaching Assistant) として学習者をサポートしている大学では、TAからの口コミで学習者がリクルートされているケースも多く、

こうした学習者は、修了者TAのいない大学の学習者よりモチベーションを維持して学習できている。その結果修了者数が昨年のパイロット版に参加した大学に多く偏っている。今後各大学においてどのように学習者コミュニティを作っていくかは重要なポイントである。

APIE Onlineコースは、SOI Asiaコミュニティ内だけでなく、より広いオーディエンスへの提供も行っている。2023年2月27日より「Understanding the Internet」の一般向けコースをFutureLearn上で開講<sup>\*4</sup>し無料でアクセス可能としている。12月時点で90か国775名の学習者が参加している。

今後のOnlineコースの拡充計画として、2024年前半の公開を目指して、インターネットガバナンスについて学ぶコースを開発中である。「Understanding the Internet」のWeek 4は、Internet Based Societyというテーマで、技術の標準化やリソースの管理がどのようにして成立しているかを学んでいる。これを起点としてインターネットガバナンスに関する現在の議論に参加するための知識を学習できるコースを予定している。

## 第3章 APIE E-Workshop

APIE E-Workshopは、APIE Onlineの学習と並行して隔週で開催されるオンラインワークショップである。2023年には、Batch02 (5月-7月 表3)、Batch03 (9月-11月 表4)のそれぞれのBatchの開講時に、APIE Onlineのコース内容と連動したトピックの講義やハンズオンセッ

表2 APIE Onlineコース学習者数

	Batch1/パイロット (2022年)	Batch2 (2023年5月～7月)	Batch03 (2023年9月～11月)
申込者数	72	188	295
Course 1 修了者	18	43	64
Course 2 修了者	12	34	44

\*4 <https://www.futurelearn.com/courses/understanding-the-internet/>

ションを実施した。

2022年のパイロット版、Batch02ではAITACとの連携でオンラインハンズオンセッションを実施した。これは、Webブラウザ経由で操作可能な仮想環境で、OSPFとVLANについて学習した。仮想環境を用いることで、地理的に分散していてもハンズオンセッションが実現したが、90分間のE-Workshopの時間内に、すべての演習を終了できない学生も多かった。これは、E-Workshopの修了者が少ない最大の要因にもなっていた。

提供側としても、Batchを重ねるごとに履修者数も増加した事で、サーバのリソース制約から仮想環境を同時に多数の学習者へ提供することが困難になりつつあった。したがって、Batch03から、オンデマンド形式を併用した。Batch03以降の学習者は、事前に仮想環境を予約し自らのペースで学習するか、指定日時にオンライン上の集合

学習を選択する。

オンデマンド学習では、OSPFハンズオンセッションに含まれる2つの演習(Exercise)を、表5に示すように、実習内容の切れ目からいくつかのActivityに分割し、演習を再設計した。各Activityは、10分弱のビデオ(Step)が数Stepから構成されており、Activityの終わりにはチェックポイントとなる課題を用意した。これまでの集合学習的なオンラインセッションでは、学習者によって進捗や理解度に差があったため、進捗が遅く取り残された学習者は脱落しがちであった。オンデマンド化により、学習者は、聞き取れなかったり理解できなかった部分を繰り返しビデオ再生したり、一時停止を活用して、自分のペースで実習可能となった。APIEプログラムは、教員も学習者も英語ネイティブではない者が多数をしめており、自分のペースでの視聴は、語学の壁を下げる効果もあった。また、複数のビデオクリップ間のナビゲーションや、学習

表3 Batch02 E-Workshopコンテンツ一覧

タイトル	実施日	ゲスト
01- Meet the People	May 13	APIE team
02- Meet Network Engineer	May 27	Achmad Basuki and Affan Basalamah, IDREN
03- Catch up and prepare for next course	June 10	Noriatsu Kudo, APIE
04- Meet REN operator	June 17	Ahmad Basuki, IDREN
05- Internet Security	June 24	Jamie Gillespie,
06- Layer 3 network deployment	July 8	Yuji Sekiya, AITAC
07- Layer 2 Network deployment	July 15	Seiichi Yamamoto, AITAC
08- Visit Interop Tokyo ShowNet	July 22	Noriatsu Kudo, APIE

表4 Batch03 E-Workshopコンテンツ一覧

タイトル	実施日	ゲスト
01-Meet the People	Sep 16	APIE team
02-Meet Network Engineer	Sep 30	Shin Shirahata, industry speaker
03-Guest lecture from industry	Oct 14	Adhy Bramantyo, industry speaker
04-Preparation for Course 2	Oct 28	Noriatsu Kudo, APIE
05-Security	Nov 11	Adli Wahid, APNIC
06-Guest lecture	Nov 25	Christoff Visser, IJ

者の進捗を確認する方法として、miroとGoogleスプレッドシートを活用した作業ログへの記載を採用した。

しかしオンデマンド化によるメリットの他方、E-Workshopが本来の狙いとしていた、「他の学習者や教員との交流によるコミュニティの構築」や、「質問への即時回答」、「学生の進捗把握」が難しくなるため、一部の学習者を対象に、日時を指定して他の学習者と一緒に実習しTAとの対話を交えながら学習するOSPF Live sessionを開催した。

### OSPF Live session

2023年11月5日と12月2日、OSPF Live sessionを実施した。学習者は決められた時間(11月5日は15時から19

表5 OSPFハンズオンの再設計

Exercise	Activity	Step	コンテンツ
1 OSPF 演習	1	1	イントロダクション、全体の流れ
		2	仮想実習環境へのログイン、操作概要
		3	ルーター設定方法(VyOS)
		4	ホスト設定方法(ifconfig)
	2	5	IPアドレスのアサインとネットワーク設計
	3	6	機器へのIPアドレス設定
	4	7	OSPF設定
		8	確認とトラブルシューティング
2 セキュリティ演習	5	9	イントロダクション tcpdumpによるパケットの観測
	6	10	ルーターにおけるパケットフィルタリング
	7	11	Host-1,Host-2に対する攻撃に対応した設定
		12	確認とまとめ

時、12月2日は13時から17時)に自習するが、TAやスタッフの支援や他の参加者との交流をしながら学習する。図1に示すナビゲーションページを起点に、講義や操作方法説明のオンデマンドのビデオや配布資料にアクセスしながら学習者は各自のペースで実習に参加する。オンデマンド学習との違いは、学習中はZoomのビデオ会議に参加し、Activity毎に用意されたZoom会議室でTAが質問への対応する事、また各Activityを完了した際にTAが学習者と会話をし正しく設定できているかや理解度を確認した。

学習者は、図1に示すハンズオンセッションナビゲーション用Miro (オンラインホワイトボード)を起点に、各自のペースで講義ビデオを視聴する。また、学習者は実習ノート(Activity report)に作業のメモやスクリーンショットを残しながら、仮想環境で機器を設定し演習を実施する。これは、オンデマンドでの学習とまったく同じである。OSPF Live sessionでは、学習者はActivityに対応したZoom会議室に入室しながら一連の学習を実施する。Zoom会議室では、TAや同じ進捗の学習者と会話や質疑応答ができる。質疑応答だけでなく、各アクティビティの終わりに、進捗と理解度を確認するチェック項目を設け、TAが実習ノートに記述された課題を確認し、口頭でも理解の度合いを確認してから次のアクティビティへ進む許可を出す。運営スタッフが学習者の進捗状況を確認できるよう、学習者は実習ノートに各Activityを構成する

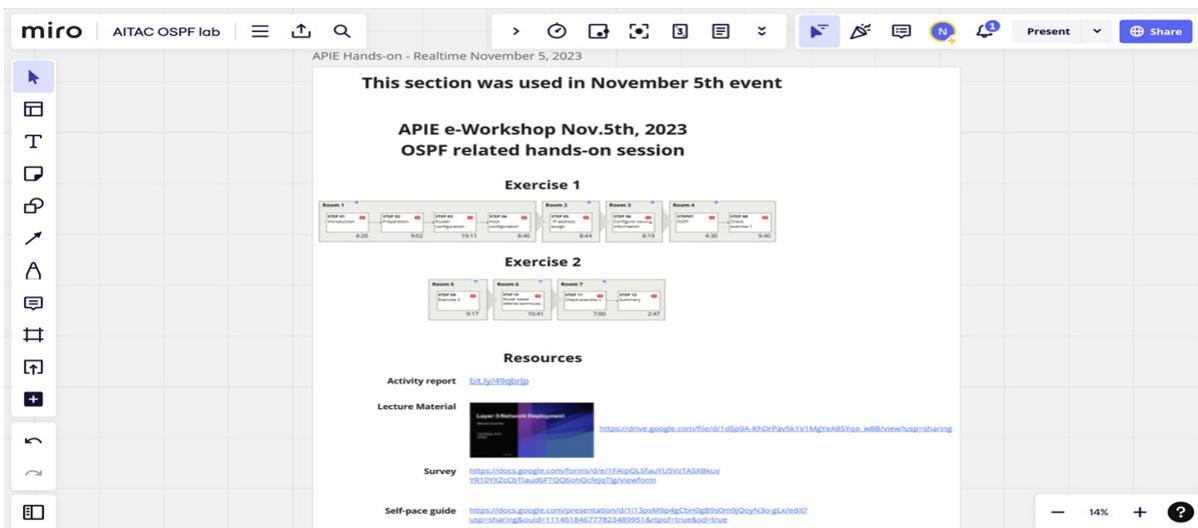


図1 ハンズオンセッションナビゲーション用Miro

Stepの学習開始時刻を記入、TAはチェックポイントを学習者がパスしたタイミングを記入した。これらの情報を一覧表示できるスプレッドシート(ハンズオンセッション進捗管理シート 図2)を準備し、学生がどの学習にどのくらいの時間がかかったのかや他の学習者と比較しての学習速度が可視化した。

## 第4章 APIE Camp

APIE Camp は、APIE Online、APIE E-Workshop の2つのコンポーネントを修了した学習者が参加できる、対面の合宿形式のプログラムである。(1)APIE OnlineやAPIE

図2 ハンズオンセッション進捗管理シート

表6 APIE Camp学習内容

曜日	コンテンツ
Day 0 日曜日	移動日 アイスブレイキング（現地の言語とゲーム）、オリエンテーション
Day 1 月曜日	準備：作業用PCへのLinuxインストール、UTP作成と配線(L1) 構築：L3ネットワーク設計（IPアドレスアサイン）、OSPF設定
Day 2 火曜日	仮想化とサーバー構築（ESXi、UbuntuでWebサーバ構築） セキュリティ概論
Day 3 水曜日	DNS(BIND実習) キャッシュサーバ構築、サブドメインの割り当てと権威サーバの構築、セカンダリサーバの設定 DNSとセキュリティ
Day 4 木曜日	クラウド（AWSブートキャンプ）
Day 5 金曜日	グループ発表 Site visit

E-Workshopで学習した知識をより実践的なスキルとすること、(2)他のエンジニアと協調して作業に参加すること、(3)業界で働くエンジニアとの交流から自身のキャリアについて考えること、を目標としている。

APIE Onlineコースでは、仮想の大学のキャンパスのネットワーク責任者として、キャンパスネットワークを設計し、ルーティングやDNS等の技術を学んだ。APIE Campでは、このストーリーを実際にグローバルIPアドレスや実在のドメイン名を用いて実地で体験する。異なる大学の学生を混合した3名程度の小さなグループにTAが加わり、グループ単位でネットワークを構築する実習を行う。

学習内容は、表6に示した内容をカバーし、異なる大学で開催されても原則共通のカリキュラムを実施し、修了者のスキルが共通となるようにしている。

2023年には、表7に示す2つのAPIE Campを日本とインドネシアで実施した。

Camp#01は、2023年2月に慶應義塾大学がホストとして開催した、第1回のAPIE Campである。2022年に実施したパイロット版のOnlineコース、E-Workshopを修了したインドネシアの学生12名が参加した。またCamp#02を実施したインドネシアITB、2024年にCamp#03を実施するマレーシアUSMの教員、APNICのトレーナー、AWSのエンジニアが講師として参加した。学習者を支援するTAは、ホストとなった慶應義塾大学やWIDEプロジェクトの学生が参加した。図3に、Camp#01の学習風景を示す。座学だけでなく、UTPケーブルの制作や、Starlinkの衛星ネットワークの試用とRTT測定など、実機を使った実習を多く取り入れた。

表7 APIE Campの実施状況(2023年)

	開催日	開催場所	ホスト	参加者数
Camp #01*5	2023年 2/5~10	日本 横浜	慶應義塾大学	12名
Camp #02*6	2023年 8/7~11	インドネシア バンドン	ITB	16名

Camp#02は、2023年8月にインドネシアのITBがホストとなって開催した。パートナー大学がホストとして実施する最初のケースである。インドネシア、マレーシアから16名の学生が参加した。2023年5月から7月にかけて実施されたBatch#02では、Campの受け入れ可能人数を大きく上回る学習者がいた。そこで、APIE Campの定員を超えた、ITBの現地学生を対象とした、「Local Camp」をAPIE Campの前の週に開催しより多くの学習者の受け入れをおこなった。また、Local Campを事前に開催することで、現地のTAや、新たに購入した実習用機器の動作確認をする準備期間でもあった。Day 4のクラウドコンピューティングセッションでは、Local Campの履修者とAPIE Campの学習者が一緒に学習し、交流の機会を提供した。

2024年2月末から3月の予定でマレーシアペナンにおいて、USMがホストとなるCamp 03が開催予定である。またAITACとの連携で、APIE Advanced Camp (仮称)を2024年3月に日本で開催予定である。APIE Advanced Campでは、APIE Camp修了者を対象とし、合宿形式でのトレーニングを予定している。



図3 APIE Campの風景

\*5 <https://apie.soi.asia/2023/02/15/apie-camp-01-in-keio-university-japan/>

\*6 <https://apie.soi.asia/2023/09/15/apie-camp-02-in-institut-teknologi-bandung-itb-indonesia/>

## 第5章 APIE Internship

APIE Internshipは、APIE Campを修了した学生が応募できるプログラムである。2023年には、表8に示す4つのインターンシッププログラムを実施した。当初の計画では、企業における3か月程度の就業体験を通してキャリアへ直結するインターンシッププログラムを実施したり、Interop TokyoのShowNet構築をするSTMプログラムや国際会議等でカンファレンスネットワークを構築するネットワークエンジニアインターンシップを計画していた。

しかし、APIEプログラムの参加者の多くが学部1年生や

2年生でありキャリアパスに直結したインターンシップには少し早い事や、APIE Campまでに習得しているスキルだけでは、STMプログラムの現場で要求されるレベルに達していないことから、2023年にはオンラインや現地滞在を1週間程度とする短期インターンシッププログラムを提供している。

その第1弾として、APIE Internshipとしてプログラムの運営を補助するTA (Teaching Assistant) の受入れをBatch#02より開始している。TAとして、学習者の質問に回答するためには、正確な知識が必要である。学習者を支援するために、TA自身も学習内容を振り返り学生指導をすることで、知識やスキルの定着を図っている。図3は、E-WorkshopでKahoot (クイズシステム) を用いて、イン

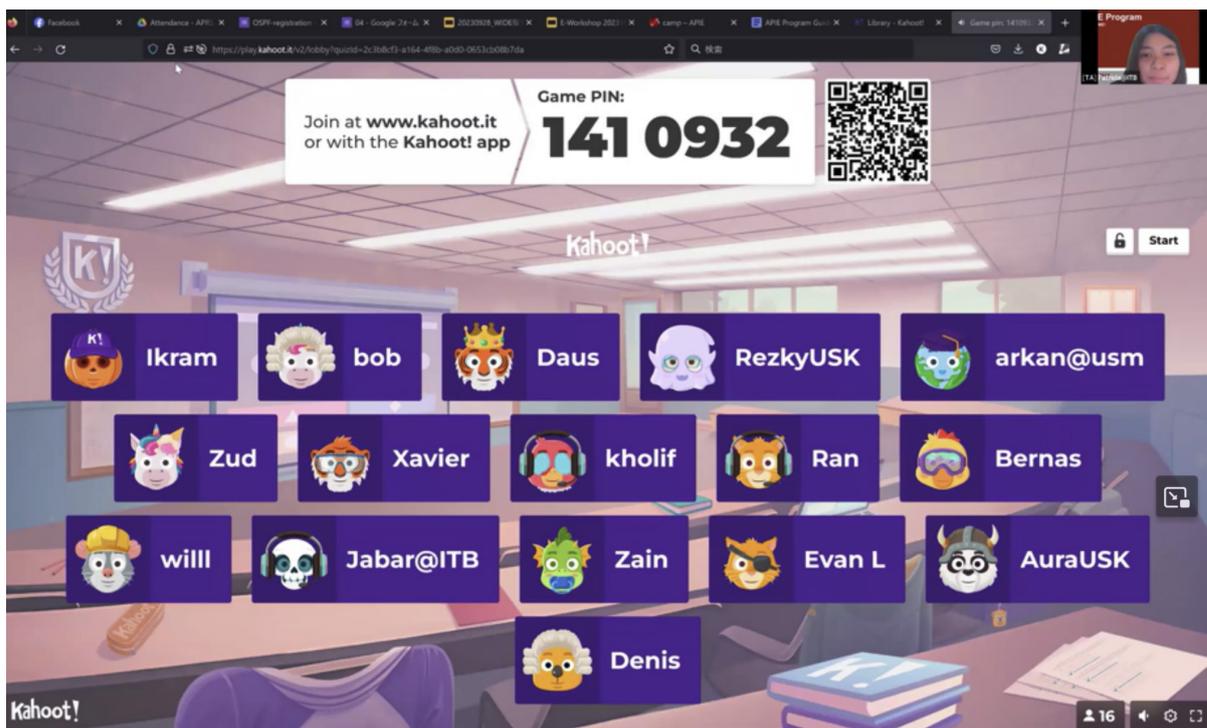


図4 インターンシップTAによるE-Workshopの運営(2023年10月28日)

表8 APIE Internship一覧(2023年)

No	名称	時期	内容
1	APIE Batch#02 TA	2023年5-7月	Batch#02学習者の支援
2	APIE Camp ITB TA	2023年8月	ITBで開催されたAPIE Camp参加者の支援
3	APIE WIDE Camp NetPC	2023年7-9月	2023年9月のWIDE合宿NetPCに参加し合宿参加者へネットワーク提供
4	APIE Batch#03 TA	2023年9-11月	Batch#03学習者の支援

ターン(右上)がクイズセッションを運営している様子である。TA自らが設問を作るだけでなく学生への問題の提示や回答の解説を担当した。学習者にとっても同じ大学の学年かつ年齢の近いTAへの相談は、英語をつかって日本にいるスタッフに問い合わせたり、教員に問い合わせるより気軽に問い合わせることができる。また、Batch2以降急速に増加している学習者に大使で、スケーラブルに学習支援できる体制を構築できた。

2023年7月から9月にかけて、WIDE合宿NetPCチームにおけるインターンシップ「APIE WIDE Camp NetPC」を実施した。本インターンシップは、「ネットワーク構築とサービス提供を体験する事」、「同年代の他のネットワークエンジニアとの交流」をテーマとした。WIDE合宿では、NetPCが参加者にインターネット接続の提供と各種実験を行う。本プログラムを通して、4名のインドネシア学生がNetPCチームに参加しネットワーク構築に参加した。

表9に本プログラムの日程を示す。通常、NetPCチームは、合宿前にHotstageと呼ばれる事前準備の合宿を行っている。インターン学生はHotstageに参加できないため、9月2日に事前研修を実施した。事前研修では、NetPCチームに所属し、かつAPIE Camp<sup>\*7</sup>にTAとしての参加経験のある学生が指導にあたった。具体的には、合宿ネットワークの概要、機器の設定方法、物理配線時の注意等チームの一員として作業するために必要な情報を共有した。翌9月3日からはNetPCチームの一員として、合宿ネットワークの構築・運用・撤去に参加した(図5)。WIDE合宿終了後に、慶應義塾大学三田キャンパスにてまとめと成果発表会を実施した。

表9 APIEインターンシップ03 (APIE WIDE Camp NetPC)

	開催場所	内容
7-8月	オンライン	7-8月は合宿PCと定期的にオンラインミーティング
9/1	慶應義塾大学SFC	移動日。到着後キャンパス見学(サーバ室/NOC)
9/2	慶應義塾大学SFC	NetPCチームによる事前研修
9/3	ロイヤルホテル那須	(合宿前泊) ネットワーク敷設
9/4	ロイヤルホテル那須	(合宿Day 1) ネットワーク敷設/合宿参加
9/5	ロイヤルホテル那須	(合宿Day 2) 合宿参加
9/6	ロイヤルホテル那須	(合宿Day 3) 合宿参加/ネットワーク撤収
9/7	慶應義塾大学三田	まとめと最終発表
9/25	オンライン	NetPC反省会参加

日本の大学生を中心としたNetPCチームとは、言語の壁やスキルレベルにギャップがあったが、NetPCチームとして合宿参加者へネットワークを提供する体験を通してチームビルディングがなされた。ARENA-PACなど関連プロジェクトへの参加を通して、今後も本インターンシップ参加者とWIDEプロジェクト関係者の交流は継続される見込みである。

APIE Internshipプログラムでは、今後もAPIEコミュニティの拡大とともに企業でのインターンや、CBR等SOI Asiaに関連した研究プロジェクトでのインターン、ARENA-PACの運営に携わるインターンなど多様なプログラムを提供予定である。

## 第6章 まとめ

本稿では、APIEプログラムの2023年の活動について紹介した。2022年からスタートした本プログラムは、現在ではSOI Asiaコミュニティにおいて、ネットワークエンジニア教育の入り口として注目されるようになった。また、幸いなことに各国のネットワーク関係者との意見交換においても、APIEへの学生派遣やコンテンツ制作への協力など多くのコラボレーションの問い合わせを受けるようになっている。

こうした状況を踏まえ、現在提供しているカリキュラムの継続だけでなく、今後はARENA-PACプロジェクトやSOI Asiaといった研究や運用の現場でのインターンシップや新たなオンラインコースの提供など、学生にとって



図5 APIEインターンとWIDE合宿NetPCチーム

\*7 <https://apie.soi.asia/2023/02/15/apie-camp-01-in-keio-university-japan/>

の次のステップを提案し続けていきたい。2024年にはインターネットガバナンスを扱う新たなコースや、新たにAdvanced campの開始を予定している。また、2023年と同様に、複数回のBatchの開講、日本とアジア地域でのCampの実施を予定している。今後もAPIEプログラムを、ネットワークエンジニアにとどまらず、インターネットに関わるさまざまなステイクホルダーすべてに有益なプログラムとして発展させたい。