

## 二国間交流事業 セミナー報告書

令和6年4月15日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]  
東京大学大学院工学系研究科  
[職・氏名]  
准教授 大西亘  
[課題番号]  
JPJSBP 220234403

1. 事業名 相手国: オランダ (振興会対応機関: NWO) とのセミナー

2. セミナー名

(和文) 学習制御のための研究ネットワーク: 次世代超高精度位置決めへの展開

(英文) Research Network on Learning in Machines: high-performance sub-nanoscale production

3. 開催期間 2023年7月3日 ~ 2023年7月7日 ( 5 日間)

【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (   日間)

4. 開催地(都市名)

東京

5. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Eindhoven University of Technology, Professor, Tom Oomen

6. 委託費総額(返還額を除く) 2,451,285 円

7. セミナー参加者数(代表者を含む)

	参加者数	うち、本委託費で渡航費または日本滞在費を負担した場合*
日本側参加者等	44名	0名
相手国側参加者等	13名	0名

参加者リスト(様式B2)の合計人数を記入してください。該当がない箇所は「0」または「-」を記入してください。

\* 日本開催の場合は相手国側参加者等の日本での滞在費等を負担した場合、相手国開催の場合は日本側参加者等の渡航費を委託費で負担した場合に記入してください。

## 8. セミナーの概要・成果等

(1) セミナー概要(セミナーの目的・実施状況。第三国からの参加者(基調・招待講演者等)が含まれる場合はその役割とセミナーへの効果を記載してください。関連行事(レセプション、見学(エクスカーション)その他会合(別経費の場合はその旨を明記。))などがあれば、それも記載してください。委託費総額の50%に相当する額を超える費目間流用については、その変更理由と費目の内訳を変更しても計画の遂行に支障がないと考えた理由を記載してください。)

半導体製造装置・液晶製造装置や工作機械では、「ムーアの法則」に知られているように、1.5年ごとに2倍という指数関数的に製品の加工精度が向上することで、現代社会の豊かさを実現してきた。2050年までの脱炭素社会の実現のためには、5G・6G等の超高速通信、自動運転等の移動手段の革新、自然エネルギー大量導入と次世代スマートグリッドなどが必要であるが、その実現のためにはサーバ側・エッジ側双方の計算能力・効率を飛躍的に高める必要がある。ムーアの法則に従えば、今後30年で半導体集積回路の性能を $2^{(30/1.5)}=100$ 万倍に高めることが期待されるが、そのためには加工精度と生産性の向上という矛盾した性能要求を満たし続ける必要があり、過去の延長ではない、非連続的なイノベーションが必要とされている。

そこで、本セミナーの目的は、半導体製造装置、液晶製造装置、工作機械、産業用ロボットなどの精密産業機械に対し、次世代のデータ駆動制御の制御手法を討論することである。そのため、長年精密産業機械メーカーと産学連携をしてきた、東京大学とオランダ Eindhoven 工科大学の研究者・学生と、世界市場をリードする日蘭の産業界の若手エンジニアが一堂に会するセミナーを行い、今後の研究の方向性やさらなる共同研究の可能性を模索した。

本セミナーは、口頭発表、ポスターセッション、工場見学、研究室見学、懇談会、から構成されている。とくに、口頭発表について、1人あたり30分と、通常の学会に比べて約2倍の時間スロットを設け、日蘭の参加者が交互に発表することで、議論が深まるようにした。

### 1日目

Opening, 口頭発表4件(図1), ポスターセッション9件(図2), 研究室見学, Welcome reception

### 2日目

口頭発表7件, 工場見学

### 3日目

口頭発表4件, 研究室見学, 懇談会

### 4日目

口頭発表6件, ポスターセッション10件, 基調講演(図3)

### 5日目

口頭発表4件, Oomen 教授の大学におけるゲスト講義, Closing ceremony



図 1:  
セミナー風景(口頭発表)



図 2:  
セミナー風景(ポスター発表)



図 3:  
相手国代表者による基調講演

## (2) 学術的価値(セミナーにより得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

このようなセミナーにおいて、表層的な議論ではなく、真なるディスカッションをするためには、学術的な相互理解が重要である。本セミナーに先立ち、以下のように相互に人材交流を行ってきた。

2018年1～3月(蘭→日):オランダ側博士学生が、日本側研究代表者に長期滞在し共同研究

2020年1～12月(日→蘭):日本側研究代表者が、オランダ側研究代表者に長期滞在し共同研究

2021年7月(蘭→日):オランダ側研究代表者が、日本側研究代表者の担当する東京大学の講義でゲスト講義

2021年9月～2022年7月(日→蘭):日本側博士学生がオランダ側研究代表者に長期滞在し共同研究

2022年7月(蘭→日):オランダ側研究代表者が、日本側研究代表者の担当する東京大学の講義でゲスト講義

2022年9月～2023年1月(蘭→日):オランダ側修士学生が、日本側研究代表者に長期滞在し共同研究

2023年1月～2023年3月(日→蘭):日本側修士学生がオランダ側研究代表者に長期滞在し共同研究

2023年6月～2023年8月(蘭→日):オランダ側博士学生が、日本側研究代表者に長期滞在し共同研究  
これ以外に、2020年、2021年に共同でIEEEの国際会議で精密制御に関するセッション企画

また、これに加え、相手国の大学で用いられている標準教科書を、日本側で読む輪読会を、事前・事後会合において行った。

その結果として、博士学生を交えた共同研究として発展し、本セミナーの主題になっている、精密制御に欠かせない「学習制御」について、如何に性能と汎化性能を両立させるかという課題に対し、「構造的学習と非構造的学習を干渉なく同時に行い、従来のトレードオフを打破する」という大きなブレイクスルーを果たした。これは、制御工学とその応用におけるトップ会議である European Control Conference に共著で投稿し、受理された[1,2]。

## (3) 相手国との交流(両国の研究者が協力してセミナーを開催することによって得られた成果)

5日間に渡り、合計60名も参加するというセミナーは、企画にあたり日蘭で密な連携が必要である。日本、および相手国の博士課程学生と連携し、発表のアブストラクト、ポスター、各種案内を備えた、図4に示すような108ページに渡るブックレットを作成した。

本セミナーの特徴として、日本側参加者は、大学7研究室、企業10社と、産学の幅が広いことが挙げられる。特に産業界においては、「オープンイノベーション」が叫ばれているものの、具体的実施方法は手探りということ

が多いなか、本セミナーを通じて、オランダの研究代表者や博士学生の活発な発表を聴講し議論することで、大いに刺激を受けたようである。また、産業界の参加者の一部が、このあとにオランダ側の研究室を見学したとも聞いている。

通常の国際会議は、3日間程度であり、参加人数も多い中、交流が少し深まったくらいで会期が終わってしまう場合もある。本セミナーでは、5日間と長く、参加者も60名で全員が面識を持てる大きさと、かつ口頭発表やポスターセッションを時間に余裕を持って企画することができ、真に相互理解ができたという実感がある。日本側代表者も、相手国代表者も若手研究者であり、今後のキャリアにおいて長期的に相互交流する基盤を構築できたとと言える。



図4: 本セミナーにあたり作成した、108ページのブックレット

#### (4) 社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

このセミナーは、これまでにない生産性、生産精度、コストを備えた、データ集約型の新世代の精密位置決め装置につながる制御アルゴリズム開発を大きく後押しすることをねらっている。精密位置決め装置は、半導体製造装置に代表されるように、社会生活の根本を支えている。人工知能の情報処理や、電気自動車の駆動をはじめ現代の豊かさの根幹は精密位置決め装置によって生産される製品によって担われていると言って良い。

短期的には、日蘭の世界をリードする産学の研究者とエンジニアが一同に会することにより、大学と産業界のGapを埋めることで、すでに産業界で使用されている既存の装置の「プラグイン」アップグレードを可能にし、制御精度、生産性、柔軟性の向上につながるアルゴリズム開発が期待される。これらのアルゴリズムは学術的なものであり、国際会議や学術論文誌で発表され、日本とオランダのエンドユーザーがそれぞれの産業環境で使用、実装できるようになる。

(5) 若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

このセミナーを通じて、精密メカトロニクスの高度な運動制御という世界にとって重要な分野における日蘭共同研究に大きな弾みをつけ、学習と制御における新しい学術的発展の道筋をつけることができた。同時に、博士学生、テニユアトラック助教、特任助教を含む多くのキャリア初期の研究者が参加し、国際ネットワークを構築できた。

さらに、通常はあまり交わることのない、日本の精密産業装置メーカーを支える若手技術者も、日蘭研究代表者の共同研究ネットワークに参加し、交流を深化することができた。

相手国側の博士学生が主著の論文[1]、日本側の博士学生が主著の論文[2]のそれぞれが、制御工学とその産業応用におけるトップ会議の一つである European Control Conference に受理され、同じ「Iterative Learning Control」と題するセッションで発表することになった。そのセッションの座長は、日本側代表者がアサインされている。このように、相互の指導する博士学生が、国際会議や研究滞在で相互交流を継続する、土台の構築に成功した。

(6) 将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

引き続き、共同研究を 1) 学生の相互派遣, 2) 国際会議・学術論文での共同発表, を通じて継続していく。  
[1], [2]にリストにしている論文以外にも、現在査読中の共著論文も数件あり、将来発展が見込まれる。

また、教育についても、本年もオランダ側研究代表者に対して、日本側研究代表者の担当する東京大学の講義でゲスト講義を依頼しており、引き続きネットワークの維持・発展に対して最大限の努力をしていく。

(7) その他(上記(2)~(6) 以外に得られた成果(論文発表等含む)があれば記載してください)

[1] Max van Haren, Kentaro Tsurumoto, Masahiro Mae, Lennart Blanken, Wataru Ohnishi, Tom Oomen, A Frequency-Domain Approach for Enhanced Performance and Task Flexibility in Finite-Time ILC, European Control Conference, 2024. (European Journal of Control からの招待を受ける)

[2] Kentaro Tsurumoto, Wataru Ohnishi, Takafumi Koseki, Max van Haren, Tom Oomen, Combined Time-Domain Optimization Design for Task-Flexible and High Performance ILC, European Control Conference, 2024.