

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月28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]

京都大学・工学研究科

[職・氏名]

教授・田中庸裕

[課題番号]

JPJSBP 120205705

1. 事業名 相手国: 英国 (振興会対応機関: The Royal Society) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 肥料合成を志向したアンモニア選択酸化用 CeO_2 担持触媒の設計(英文) Design CeO_2 supported catalysts for selective NH_3 oxidation towards fertilizer production3. 共同研究実施期間 2020年4月1日 ～ 2022年3月31日 (2 年 0 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

University College London, Lecturer, Feng Ryan Wang

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,800,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000 円
	2年度目執行経費	1,900,000 円
	3年度目執行経費	円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	15名
相手国側参加者等	8名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	0(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

アンモニア酸化反応は 70 億人以上の人類の食糧生産を支える肥料製造における最も重要な反応の 1 つである。金属酸化物表面で進行するアンモニア酸化反応は中間体として一酸化窒素を経る選択的触媒還元反応を伴って進行し、一酸化窒素が窒素となって脱離したり、二酸化窒素へと酸化され、別のアンモニアと反応したりすることで一酸化二窒素を生成する。よって、酸素の活性化の機構が生成物の選択性を決定する。 CeO_2 , Fe_2O_3 , Co_3O_4 を担体とした CuO 触媒について、アンモニアとの反応を検討したところ、20wt% $\text{CuO-Fe}_2\text{O}_3$, 1wt% $\text{CuO-Co}_3\text{O}_4$ および 70wt% $\text{CuO-Co}_3\text{O}_4$ がそれぞれ N_2 , N_2O および NO に対して高い選択性を示した。

本研究交流においては、英国側の研究者が来日して大型放射光施設 SPring-8 を利用して、これらの反応中の触媒の挙動を明らかにする予定であったが、コロナ禍により来日は叶わなかった。しかし、委託費の旅費から実験装置およびオンラインミーティングの環境整備に振り替え、SPring-8 においてもオンラインでディスカッションを行いながら、予定していたうちの一部の実験を行った。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

SPring-8 における実験の結果、アンモニア酸化触媒中の Cu の還元性が Co_3O_4 と Fe_2O_3 を担体として用いた場合に異なることが分かった。300 度において、 Co_3O_4 上の CuO は極めて安定であったが、 Fe_2O_3 上のアンモニアと酸素の共存下、 CuO の一部が Cu(I) まで還元された。 Co_3O_4 を担体とした場合は、 NO が生成するのに対し、 Fe_2O_3 を担体とした場合は N_2 が主に生成した。これは、 Cu(I) が NO を強く吸着したためであると考えられる。一方、400 度に達した際には、 Cu の酸化状態は担体によらず同じであったが、生成物の選択性は異なったままであった。これは担体表面が反応過程に寄与していることを示唆している。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本研究交流をきっかけとして、放射光分析を中心とした協力関係を築くことができた。当初予定していなかった Ru を利用した触媒の構造解析の研究を実施し、著名な応用化学系学術誌である *Angewandte Chemie International Edition* に論文を掲載することができた。また、国内においても重要な課題である水素燃料電池の触媒に関する共同研究に発展し、現在継続中である。

(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)

コロナ禍のため、残念ながら本課題の助成期間の間に相互の交流は叶わず、成果も当初期待していた内容とは異なる部分もあるが、水素燃料電池の電極触媒やリチウムイオン電池などの放射光分析に関する共同研究の萌芽的な実験に着手することができた。本助成によって確固たるものとなった協力関係を元に、今後の社会的貢献が見込まれる。

(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)

本研究課題を実質的に遂行した若手研究者は、本研究の成果を含む研究成果が認められ、国内大学に常勤の職を得ることができた。また、本共同研究を元に英国側の PhD student の研究が進展した。

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

本研究課題を実質的に遂行した若手研究者はコロナ禍のため、残念ながら本課題の助成期間の間に相互の交流は叶わなかったが、水素燃料電池の電極触媒やリチウムイオン電池などの放射光分析に関する共同研究の萌芽的な実験に着手し、今後一層の発展が見込まれる。

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

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

特になし