

様式 C-7-1

令和2年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	教授		
	氏名	網代 広治		

1. 研究種目名 新学術領域研究（研究領域提案型） 2. 課題番号 20H05223

3. 研究課題名 過酷な環境に調和するN-ビニルアミドを用いた高強度保水材の開発

4. 研究期間 令和2年度～令和3年度 5. 領域番号・区分 6104 公募研究

## 6. 研究実績の概要

IPNの調製において、一段階目の網目を架橋剤(A-A)とモノマー(A)を用いて構築後、二段階目の架橋剤(B-B)とモノマー(B)を拡散浸透させた後、反応させる必要があった(2ステップ法)。本計画では両モノマー(AとB)と反応する部位を有する特殊な架橋剤(A-B)を用いる(ワンポット調製)。ここで特殊な架橋剤(A-B)は、二つの網目を結合できるため、ゲルは高強度化すると考えられる。予備的知見があるが、詳細な機構は全く明らかとなっておらず、実用材料への応用には至っていない。そこで本研究課題では、【1】ワンポット調製法の確立、【2】保水・栄養物担持制御、【3】実用地への検討、の3項目について計画した。このうち2020年度は、【1】ワンポット調製法の確立に専念して実験を実施したところ、二種類の異なるラジカル重合反応性部位を導入した特殊な架橋剤(A-B)がハイドロゲルの強度に影響を与える程度わかってきた。

また、特殊な架橋剤(A-B)の効果調べるために、架橋剤(A-A)、架橋剤(B-B)とともに、これらの架橋剤の有無を変化させて、種々のハイドロゲルを得た。これらのハイドロゲルの力学強度についてレオメーターおよび破断試験機を用いて力学強度を測定すると、特殊な架橋剤(A-B)が存在すると、透明性が高く、また膨潤度も高い値を保ったまま、比較的高い強度を示すことが分かった。

さらに、相互侵入網目の組み合わせとして、側鎖のアルキル鎖長を変化させた種々のアクリレートモノマーを用いて様々なハイドロゲルを得た。これらは表面の水滴接触角や接着性が異なるなど、ハイドロゲルの特性に効果を示すことが分かった。

このほかにも、新学術領域の研究者と議論することでN-ビニルアミドを用いた新しい高分子材料や、新しい架橋構造の提案がなされ、共同研究を開始している。

## 7. キーワード

ワンポット 高強度 ハイドロゲル 保水剤 N-ビニルアミド

## 8. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進捗している。

理由  
研究開始当初ではほとんど分からなかった特殊な架橋剤(A-B)の効果について、ある程度分かってきた。  
特にメカニズム考察の際に、架橋剤の比較として、特殊架橋剤(A-B)の有無や、架橋剤(A-A)および架橋剤(B-B)の有無がハイドロゲルの力学強度に及ぼす効果を明らかにした。また、相互侵入網目に用いるアクリレート系モノマーを用いることで、得られるハイドロゲルの特性を制御することができた。  
また、新学術領域の研究者との議論を通じて、複数の共同研究を開始している。これは本研究課題の特徴となっている「特殊な架橋構造」および「N-ビニルアミド」にそれぞれ関連するものであり、本新学術領域「水圏機能材料」に参画することで初めて提案できた内容といえる。  
以上の理由から、おおむね順調に進捗しているといえる。

3版

## 9. 今後の研究の推進方策

本年度の研究実施計画は、昨年度の成果を踏まえて【2】保水・栄養物担持制御、【3】実用地への検討を実施する。なお、昨年度の研究成果から明らかとなった特殊な架橋剤のメカニズムについて（【1】）、リニアポリマーを利用した反応物の解析によって重合機構をより詳しく調べる。さらに、新学術の領域会議において発案された共同研究を進める。

まず【1】ワンポット調整法の確立について、架橋剤を用いた低濃度におけるリニアポリマーを合成し、これをNMRなどで解析することで、2種類のビニル基の反応性の違いについてより詳細に調べる。反応時には溶媒効果などについても調べる。

また、【2】について「化学構造・網目構造」と「保水能・化合物担持能」との関係を確認とする。ゲルの表面構造や網目構造を観察し、種々の低分子化合物の担持能および放出挙動を調べる。また、「膨潤度・力学的強度」と「過酷な環境に対する耐性」との関係を確認とする。ゲルの調製条件と膨潤度および引張強度・圧縮強度を調べる。【3】について、得られたゲル保水材としての性能を調べる。プランター中の砂に埋め込み、定期的に外力をかけたり、ビルの屋上で設置したり、水槽に浮かべて常に揺らしたりする。

共同研究としては、ネットワーク材料の高強度化という観点から、ロタキサン構造を導入した新しい高分子材料を創成する。また、Nビニルアミドがポリカチオンの前駆体であることを利用して、新しいpH応答性ゲルを作製する。

## 10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著論文 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Choi Jaeyeong, Malcolm A. Kelland, Hiroya Furumai, Yumi Miyaji, Yukako Nakai, Masayuki Fukushima, Hiroharu Ajiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Preparation of poly(N-vinyl caprolactam) with various end groups using chain transfer agents and evaluation of their effects on kinetic hydrate inhibition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polym. Bull.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00289-021-03644-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Choi Jaeyeong, Hiroharu Ajiro	4. 巻 41
2. 論文標題 Preparation of novel branch polymer by lactide polymerization using psudorotaxane as initiator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Networkpolymer., Jpn.	6. 最初と最後の頁 226-236
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nalinthip Chanthaset, Hiroharu Ajiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Synthetic Biodegradable Polymers with Chain End Modification: Polylactide, Poly(butylene succinate), and Poly(hydroxyalkanoate)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/cl.200859	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 網代広治、吉田裕安材	4. 巻 -
2. 論文標題 非環式N-ビニルアミドの最近の動向	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊高分子	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Lee Yae Tan, Nalinthip Chanthaset, Arif Fadlan, Hiroharu Ajiro
2. 発表標題 Synthesis of New Ester-free Poly(trimethylene carbonate) Bearing Cinnamyl Moiety for Biomaterials Applications
3. 学会等名 The 21st International Union of Materials Research Societies, International Conference in Asia (IUMRS-ICA2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 ポリ乳酸を軸とした擬ポリロタキサンにおけるステレオコンプレックス形成によるキャッピングの検討
3. 学会等名 第101回日本化学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 化学架橋とステレオコンプレックスを利用した擬ポリロタキサンによる新しいネットワーク構造の構築
3. 学会等名 精密ネットワークポリマー第14回若手シンポジウム
4. 発表年 2021年

3版

1. 発表者名 網代広治
2. 発表標題 高分子間相互作用のために分子設計した様々な新規モノマーおよび複機能性高分子の合成
3. 学会等名 東京工業大学 第5回ポリマー材料科学若手研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 化学架橋とステレオコンプレックスを併用した擬ポリロタキサン架橋剤合成とそのゲル化検討
3. 学会等名 第10回化学フェスタ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口和希、安藤剛、村瀬敦郎、Nalinthip Chanthaset、網代広治
2. 発表標題 オリゴエチレングリコールによるメタクリレート系感熱応答性高分子を用いたヘテロアーム星型高分子
3. 学会等名 第69回高分子学会討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 ロタキサン構造を含む架橋剤とステレオコンプレックスを併用した新しいゲルの設計と合成
3. 学会等名 第69回高分子学会討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 網代広治
2. 発表標題 多様な生分解性高分子材料のための新規モノマーと高分子構造設計
3. 学会等名 第69回 高分子年次大会 [注：COVID-19のため学会開催中止] (招待講演)
4. 発表年 2020年
1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 PLA-PEG共重合体の疑ポリロタキサンの合成における分子量効果とステレオコンプレックス化
3. 学会等名 第69回 高分子年次大会 [注：COVID-19のため学会開催中止]
4. 発表年 2020年
1. 発表者名 Choi Jaeyeong、網代広治
2. 発表標題 化学架橋とステレオコンプレックスを併用した擬ポリロタキサン架橋剤合成とそのゲル化検討
3. 学会等名 第10回化学フェスタ
4. 発表年 2020年
1. 発表者名 前野貴則、宮路優実、川谷諒、Choi Jaeyeong、Nalinthip Chanthaset、中井祐賀子、福嶋将行、網代広治
2. 発表標題 N-ビニルホルムアミドとアクリル酸誘導体によるワンポッド相互侵入網目と接着性評価
3. 学会等名 第69回高分子学会討論会
4. 発表年 2020年

3版

1. 発表者名 青木大亮、吉田裕安材、網代広治
2. 発表標題 特異なレオロジー特性ならびに力学特性を示す櫛型ポリウレタンの開発
3. 学会等名 第69回高分子学会討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木大亮、Nalinthip Chanthaset、吉田裕安材、網代広治
2. 発表標題 櫛型ポリウレタン樹脂における高強度化現象の発現
3. 学会等名 第66回 高分子研究発表会 [ 注：COVID-19による学会中止 ]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong、Nalinthip Chanthaaset、網代広治
2. 発表標題 PLA-PEG共重合体を軸にする疑ポリロタキサンとステレオコンプレックスを含むフィルムの作製
3. 学会等名 第66回 高分子研究発表会 [ 注：COVID-19による学会中止 ]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木大亮、Nalinthip Chanthaset、網代広治
2. 発表標題 しなやかなプラスチックを目指した高分子鎖のかたちによる高強度化手法の開発
3. 学会等名 第9回 JAC1/GSCシンポジウム [ 注：COVID-19による学会中止 ]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Choi Jaeyeong, 網代広治
2. 発表標題 ポリ乳酸共重合体を用いた疑口キサンステレオコンプレックス化における軸構造の効果
3. 学会等名 第9回 JAC1/GSCシンポジウム [ 注: COVID-19による学会中止 ]
4. 発表年 2020年

## 〔図書〕 計3件

1. 著者名 網代広治	4. 発行年 2021年
2. 出版社 一般社団法人日本接着学会	5. 総ページ数 - (うち7ページ)
3. 書名 “ポリ乳酸ステレオコンプレックスの表面における相互作用と抗菌性付与”, 接着と技術誌 -特集: 表面・界面(抗菌)-, 2021, 40(4)	

1. 著者名 網代広治	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社技術情報協会	5. 総ページ数 - (うち11ページ)
3. 書名 “高分子間相互作用を利用した抗菌性材料の開発”, 「抗菌・抗ウイルスのメカニズム、材料開発、付与技術と評価手法」(第3章、第2節)(予定)	

1. 著者名 網代広治	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社技術情報協会	5. 総ページ数 - (うち12ページ)
3. 書名 “反応性末端を有する新規開始剤によるポリ乳酸合成とステレオコンプレックス化”, 「重合開始剤、硬化剤、架橋剤の選び方、使い方とその事例」(第1章、第9節)(予定)	

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件(うち出願0件/うち取得0件)

【研究代表者・所属研究機関控】

日本学術振興会に紙媒体で提出する必要はありません。

3版

12. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

13. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

14. 備考

奈良先端科学技術大学院大学 ナノ高分子材料研究室  
<https://mswebs.naist.jp/LABs/ajiro/index-j.html>