## 2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty /大学院工芸科学研究科(博士前期課程):		今年度開講/Availability	/有:/Available
	/Graduate School of Science and		
	Technology (Master's Programs)		
学域等/Field	/設計工学域 : /Academic Field of	年次/Year	/1~2年次:/1st through 2nd
	Engineering Design		Year
課程等/Program	/情報工学専攻 :/Master's Program of	学期/Semester	/第4クォータ:/Fourth quarter
	Information Science		
分類/Category	/授業科目:/Courses	曜日時限/Day & Period	/火 3/金 4 : /Tue.3/Fri.4

科目情報/Course Info	科目情報/Course Information			
時間割番号	62212302			
/Timetable Number				
科目番号	62260052			
/Course Number				
単位数/Credits	2			
授業形態	講義:Lecture			
/Course Type				
クラス/Class				
授業科目名	オペレーティングシステム	、特論:Operating Systems	, Advanced	
/Course Title				
担当教員名	/布目 淳:NUNOME Ats	sushi		
/ Instructor(s)				
その他/Other	インターンシップ実施科	国際科学技術コース提供	PBL 実施科目 Project	DX 活用科目
	目 Internship	科目 IGP	Based Learning	ICT Usage in Learning
		0		
	実務経験のある教員によ			
	る科目			
	Practical Teacher			
科目ナンバリング	M_IS6320			
/Numbering Code				

# 授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course

- 日 マルチプロセッサシステムを対象とした並列オペレーティングシステムの構成法について詳述する。個々の要素技術の概念および設計思想に加え、実装時の課題についても理解を深める。講義のキーワードは学部講義「オペレーティングシステム」と重なるものも含むが、それらに関してより発展的な内容を扱う。
- 英 This lecture makes a detailed explanation of the organization of multiprocessor operating systems. In addition to the concept and design philosophy of each elemental technology, the course also aims to provide an understanding of the issues involved in implementation. Some keywords in this lecture are taught at the undergraduate class of "Operating Systems." More advanced contents of such topics are discussed in this lecture.

#### 学習の到達目標 Learning Objectives

日 並列 OS が備えるべき技術的要件について説明できる。

並列 OS が対象とするマルチプロセッサシステムの構成を理解する。

スレッドの実行機構を説明できる。

並列 OS におけるスケジューリング機構を説明できる。

並列 OS における同期機構の実現方法を説明できる。

並列 OS におけるメモリ管理について、コヒーレンス制御の意味を理解する。

分散共有メモリシステムの動作原理を説明できる。

並列ファイルシステムが備えるべき技術的要件について説明できる。

英 To be able to explain the technical requirements that a parallel OS should have.

To be able to understand the structure of multiprocessor systems targeted by a parallel  $\mathsf{OS}.$ 

To be able to explain the execution mechanism of threads.

To be able to explain the scheduling mechanism of a parallel OS.

To be able to explain how to realize the synchronization mechanism in a parallel OS.

To be able to understand the necessity for consistency control for memory management in a parallel OS.

To be able to explain the operating principles of distributed shared memory systems.

To be able to explain the technical requirements for parallel file systems.

学習	引目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals(JABEE 関連科目のみ)
日	
英	

No.   現自Topies   内容Content	授業	計画項	頁 Course Plan	
要 Introduction to Parallel Processing         basics of parallel processing           2 目 並列オペレーティングシステムの構成法         世 並列オペレーティングシステムの目的、マルチプロセッサの分類、オペレーティングシステムの構成法           表 Introduction to Multiprocessor Operating Systems (1)         the aim of operating systems for multiprocessor, classification of multiprocessors, the organization of operating systems           み 日 並列オペレーティングシステム機論(2)         OS データ構造の完全性、クターを表現論(2)           英 Introduction to Multiprocessor Operating Systems (2)         process Management and Scheduling (1)           チ Process Management and Scheduling (1)         process and thread parallel execution model           5 目 プロセス管理とスケジューリ ング(2)         ユーザレベルスレッド機構の実現方法 フラインのようが3・フラインのようでは、アウスのようなは、アウスのようでは、アウスのようなは、アウ	No.		項目 Topics	内容 Content
Processing	1			並列処理の基礎
2 表現機能(1)         単列オペレーティングシステムの構成法         本列本ペレーティングシステムの目的、マルチプロセッサの分類、オペレーティングシステムの構成法           3 表現機能(1)         大名元の構成法         the aim of operating systems of multiprocessor, classification of multiprocessors, the organization of operating systems           3 表現機能(2)         世 並列オペレーティングシステム機能(2)         OS データ構造の完全性のPreserving the integrity of OS data structures           4 表現機能(2)         プロセス管理とスケジューリック(1)         プロセス管理とスケジューリック(1)           5 Process Management and Scheduling (1)         Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           6 Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (3)         Process Management and Scheduling (3)           7 Process Management and Scheduling (3)         A アジューリング (7)         A アジューリング (7)           7 Process Management and Scheduling (3)         A アジューリング (7)           8 Process Management and Scheduling (3)         A アンロック (7)           7 Synchronization Mechanism (1)         A アビンロック (7)           8 A Full では、		英	Introduction to Parallel	basics of parallel processing
大学   大学   大学   大学   大学   大学   大学   大学			Processing	
要         Introduction to Multiprocessor Operating Systems (1)         the aim of operating systems for multiprocessor, classification of multiprocessors, the organization of operating systems           3         目 並列オペレーティングシステム 人機論(2)         OS データ構造の完全性           # 目 To Har Simultan Multiprocessor Operating Systems (2)         D プロセス管理とスケジューリ ング(1)         プロセスをアレッド、並列実行環境モデル シグ(2)           # Process Management and Scheduling (1)         Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           # Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)         Scheduling (3)           # Process Management and Scheduling (2)         Frocess Management (3)         Scheduling (3)           # Process Management (2)         Frocess Management (3)         Process Management (3)         Process	2	日	並列オペレーティングシステ	並列オペレーティングシステムの目的、マルチプロセッサの分類、オペレーティングシ
Part			ム概論(1)	ステムの構成法
3         日 並列オペレーティングシステ 人概論(2)         OS データ構造の完全性           英 Introduction to Multiprocessor Operating Systems (2)         preserving the integrity of OS data structures           4 日 プロセス管理とスケジューリング(1)         プロセス管理とスケジューリング(1)           英 Process Management and Scheduling (1)         process and thread parallel execution model           5 日 プロセス管理とスケジューリング(2)         ユーザレベルスレッド機構の実現方法シック(2)           英 Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           Scheduling (3)         スケジューリング		英	Introduction to Multiprocessor	the aim of operating systems for multiprocessor, classification of multiprocessors, the
大学			Operating Systems (1)	organization of operating systems
表         Introduction to Multiprocessor Operating Systems (2)         preserving the integrity of OS data structures           4         日 プロセス管理とスケジューリ ング(1)         プロセス管理とスケジューリ parallel execution model           5         Process Management and Scheduling (1)         カーサレベルスレッド機構の実現方法 parallel execution model           5         Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           6         プロセス管理とスケジューリ py york(3)         スケジューリング york(3)           英 Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)           7         日 同期機構(1)         スピンロック           英 Synchronization Mechanism (1)         スピンロック           東 Synchronization Mechanism (2)         サinlock           ア (2)         アリ管理(1)         エレーレンス制御           東 Memory Management (2)         メモリ管理における高速化技法           東 Memory Management (3)         本モリ管理(3)         メモリコンシステンシモデル           東 Memory Management (3)         本モリコンシステンシモデル           東 Memory Management (3)         Memory Management (4)         distributed shared memory system	3	日	並列オペレーティングシステ	OS データ構造の完全性
Operating Systems (2)			ム概論(2)	
4     日 プロセス管理とスケジューリ ング(1)     プロセスをヌーッド、並列実行環境モデル       英 Process Management and Scheduling (1)     process and thread parallel execution model       5     日 プロセス管理とスケジューリ ング(2)     ユーザレベルスレッド機構の実現方法       英 Process Management and Scheduling (2)     アークシック(3)       英 Process Management and Scheduling (2)     スケジューリング ング(3)       英 Process Management and Scheduling (3)     Scheduling (3)       7 目 同期機構(1)     スピンロック       英 Synchronization Mechanism (1)     スピンロック       英 Memory Management (1)     TLB コヒーレンス制御 TLB コヒーレンス制御 TLB コヒーレンス制御 TLB consistency control       7 日		英	Introduction to Multiprocessor	preserving the integrity of OS data structures
大学   Process Management and Scheduling (1)   コーザレベルスレッド機構の実現方法   フロセス管理とスケジューリ カグ(2)   フロセス管理とスケジューリ カグ(3)   フロセス管理とスケジューリ カグ(3)   フロセス管理とスケジューリ カグ(3)   フロセス管理とスケジューリ カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スケジューリング カグ(3)   スピンロック   スケジューリング カグ(3)   スピンロック   ステリ管理(1)   スピンロック   スピンロック   スピンロック   スピンロック   スピンロック   ステリ管理(1)   スピンロック   スピック   スピッ			Operating Systems (2)	
英         Process Management and Scheduling (1)         process and thread parallel execution model           5         日         プロセス管理とスケジューリ スーザレベルスレッド機構の実現方法           グ(2)         ア Process Management and Scheduling (2)           Scheduling (2)         アロセス管理とスケジューリ スケジューリング スケジューリング(3)           英         Process Management and Scheduling (3)           7         日 同期機構(1)         スピンロック           英         Synchronization Mechanism (1)         spinlock           8         日 同期機構(2)         バリア同期           英         Synchronization Mechanism (2)         barrier           (2)         ア・マリ管理(1)         TLB コヒーレンス制御           英         Memory Management (1)         TLB コヒーレンス制御           英         Memory Management (2)         メモリ管理における高速化技法           英         Memory Management (2)         スピリコンシステンシモデル           英         Memory Management (3)         memory consistency model           12         日 メモリ管理(3)         スピリンステンシモデル           英         Memory Management (3)         distributed shared memory system	4	日	プロセス管理とスケジューリ	プロセスとスレッド、並列実行環境モデル
Scheduling (1)			ング(1)	
日 プロセス管理とスケジューリ ング(2)     ユーザレベルスレッド機構の実現方法       英 Process Management and Scheduling (2)     Process Management and Scheduling (2)       6 月 プロセス管理とスケジューリ スケジューリング ング(3)     スケジューリング 表 Scheduling (3)       7 日 同期機構(1)     スピンロック スケジューリ スケジューリング スケジューリング スケジューリング スケジューリング スケジューリング スケジューリング スケジューリング スケンロック スケンス制御 スケーシー ストリ管理(1)       英 Memory Management (1)     TLB コヒーレンス制御 スチーリ管理(2)       英 Memory Management (2)     メモリ管理における高速化技法 スケーシーデル スケーシーデル アンシステンシーデル アンシステンシーデル アンシステンシーデル アンシステンシーデル アンシステンシー スケーシー ストリ管理(4)       11 日 メモリ管理(3)     メモリコンシステンシーデル Memory Management (3)       東 Memory Management (3)     memory consistency model       12 日 メモリ管理(4)     分散共有メモリンステム       英 Memory Management (4)     distributed shared memory system		英	Process Management and	process and thread
表 Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           表 Process Management and Scheduling (2)         スケジューリング ング(3)           英 Process Management and Scheduling (3)         スピンロック           表 Synchronization Mechanism (1)         スピンロック           表 Synchronization Mechanism (1)         おり間期機構(2)         バリア同期           表 Synchronization Mechanism (2)         barrier           タ Synchronization Mechanism (2)         barrier           タ Wemory Management (1)         TLB コヒーレンス制御           英 Memory Management (2)         メモリ管理における高速化技法           英 Memory Management (2)         など見管理における高速化技法           英 Memory Management (3)         メモリニンシステンシモデル           英 Memory Management (3)         memory consistency model           大			Scheduling (1)	parallel execution model
英         Process Management and Scheduling (2)         Process Management and Scheduling (2)           6         日 プロセス管理とスケジューリング(3)         スケジューリング(3)           英         Process Management and Scheduling (3)         Scheduling (3)           7         日 同期機構(1)         スピンロック           英         Synchronization Mechanism (1)         Spinlock           (1)         英 Synchronization Mechanism (2)         barrier           9         日 月期機構(2)         バリア同期           英 Memory Management (1)         TLB コヒーレンス制御           英 Memory Management (1)         TLB consistency control           10         日 メモリ管理(2)         メモリ管理における高速化技法           英 Memory Management (2)         acceleration techniques in memory management           11         日 メモリ管理(3)         メモリコンシステンシモデル           英 Memory Management (3)         memory consistency model           12         日 メモリ管理(4)         分散共有メモリシステム           英 Memory Management (4)         distributed shared memory system	5	日	プロセス管理とスケジューリ	ユーザレベルスレッド機構の実現方法
Scheduling (2)			ング(2)	
Forcess Management and Scheduling (3)     またいのでは、またいの		英	Process Management and	Process Management and Scheduling (2)
大学 Process Management and Scheduling (3)       Scheduling (3)       Scheduling (3)         7 日 同期機構(1)       スピンロック         英 Synchronization Mechanism (1)       spinlock         8 日 同期機構(2)       バリア同期         英 Synchronization Mechanism (2)       barrier         9 日 メモリ管理(1)       TLB コヒーレンス制御         英 Memory Management (1)       TLB consistency control         10 日 メモリ管理(2)       メモリ管理における高速化技法         英 Memory Management (2)       acceleration techniques in memory management         11 日 メモリ管理(3)       メモリコンシステンシモデル         英 Memory Management (3)       memory consistency model         12 日 メモリ管理(4)       分散共有メモリシステム         英 Memory Management (4)       distributed shared memory system			Scheduling (2)	
英       Process Management and Scheduling Scheduling (3)       scheduling (3)         7       日 同期機構(1)       スピンロック         英       Synchronization Mechanism (1)       spinlock         8       日 同期機構(2)       パリア同期         英       Synchronization Mechanism (2)       barrier         9       日 メモリ管理(1)       TLB コヒーレンス制御         英       Memory Management (1)       TLB consistency control         10       日 メモリ管理(2)       メモリ管理における高速化技法         英       Memory Management (2)       acceleration techniques in memory management         11       日 メモリ管理(3)       メモリコンシステンシモデル         英       Memory Management (3)       memory consistency model         12       日 メモリ管理(4)       分散共有メモリシステム         英       Memory Management (4)       distributed shared memory system	6		プロセス管理とスケジューリ	スケジューリング
Scheduling (3)			ング(3)	
7       目 同期機構(1)       スピンロック         英 Synchronization Mechanism (1)       spinlock         8       日 同期機構(2)       バリア同期         英 Synchronization Mechanism (2)       barrier         9       日 メモリ管理(1)       TLB コヒーレンス制御         英 Memory Management (1)       TLB consistency control         10       日 メモリ管理(2)       メモリ管理における高速化技法         英 Memory Management (2)       acceleration techniques in memory management         11       日 メモリ管理(3)       メモリコンシステンシモデル         英 Memory Management (3)       memory consistency model         12       日 メモリ管理(4)       分散共有メモリシステム         英 Memory Management (4)       distributed shared memory system		英	Process Management and	scheduling
英Synchronization (1)Mechanism (1)spinlock (1)8日 同期機構(2)バリア同期英Synchronization Mechanism (2)barrier9日 メモリ管理(1)TLB コヒーレンス制御英Memory Management (1)TLB consistency control10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英Memory Management (4)distributed shared memory system			Scheduling (3)	
B	7	日	同期機構(1)	スピンロック
8日 同期機構(2)バリア同期英 Synchronization Mechanism (2)barrier9日 メモリ管理(1)TLBコヒーレンス制御英 Memory Management (1)TLB consistency control10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英 Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英 Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英 Memory Management (4)distributed shared memory system		英	Synchronization Mechanism	spinlock
英Synchronization Mechanism (2)barrier9日 メモリ管理(1)TLB コヒーレンス制御英Memory Management (1)TLB consistency control10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英Memory Management (4)distributed shared memory system			(1)	
9 日 メモリ管理(1)TLB コヒーレンス制御英 Memory Management (1)TLB consistency control10 日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英 Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11 日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英 Memory Management (3)memory consistency model12 日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英 Memory Management (4)distributed shared memory system	8	日		バリア同期
9日 メモリ管理(1)TLBコヒーレンス制御英 Memory Management (1)TLB consistency control10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英 Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英 Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英 Memory Management (4)distributed shared memory system		英	Synchronization Mechanism	barrier
英Memory Management (1)TLB consistency control10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英Memory Management (4)distributed shared memory system				
10日 メモリ管理(2)メモリ管理における高速化技法英 Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英 Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英 Memory Management (4)distributed shared memory system	9	日		TLB コヒーレンス制御
英Memory Management (2)acceleration techniques in memory management11日 メモリ管理(3)メモリコンシステンシモデル英Memory Management (3)memory consistency model12日 メモリ管理(4)分散共有メモリシステム英Memory Management (4)distributed shared memory system		英	Memory Management (1)	TLB consistency control
11     日 メモリ管理(3)     メモリコンシステンシモデル       英 Memory Management (3)     memory consistency model       12     日 メモリ管理(4)     分散共有メモリシステム       英 Memory Management (4)     distributed shared memory system	10			メモリ管理における高速化技法
英     Memory Management (3)     memory consistency model       12     日 メモリ管理(4)     分散共有メモリシステム       英     Memory Management (4)     distributed shared memory system		英	Memory Management (2)	acceleration techniques in memory management
12       日 メモリ管理(4)       分散共有メモリシステム         英 Memory Management (4)       distributed shared memory system	11	日	メモリ管理(3)	メモリコンシステンシモデル
英 Memory Management (4) distributed shared memory system		英	Memory Management (3)	,
	12	日	メモリ管理(4)	
13 日 メモリ管理(6) NUMA マルチプロセッサにおけるメモリ管理		英	Memory Management (4)	distributed shared memory system
	13	日	メモリ管理(6)	NUMA マルチプロセッサにおけるメモリ管理

	英	Memory Management (6)	memory management in NUMA multiprocessors	
14	日	並列ファイルシステム	分散ファイルシステムとの相違、ファイルアクセスパターン特性、ファイルシステムの	
			インタフェース、高速化技法	
	英	Parallel File Systems	differences from distributed file systems, characteristic of file access pattern, file	
			system interface, acceleration techniques	
15	日	まとめ	講義全般にわたって学習した内容を総括する	
	英	Summary	summarize this lecture	

履修	『修条件 Prerequisite(s)		
日			
英			

## 授業時間外学習(予習·復習等)

### Required study time, Preparation and review

日 コンピュータシステム、コンピュータアーキテクチャ、およびオペレーティングシステムに関する学部レベルの知識を有することを前提に講義する。

各授業に対し、各 1.5 時間、計 3 時間の予習・復習に加え、課題レポートに取り組むための学習時間を要する。

英 The knowledge at the undergraduate school on computer systems, computer architectures, and operating systems is assumed.

Each lesson requires (1) 1.5 hours of preparation, (2) 1.5 hours of reviewing, and (3) additional learning time to complete the assignment.

## 教科書/参考書 Textbooks/Reference Books

日 日英並記の講義資料を講義前日までに Moodle 上で配布する。

教科書「並列オペレーティングシステム」(福田晃 著、コロナ社)

参考書「Operating Systems: Three Easy Pieces」(Remzi H. Arpaci-Dusseau、Andrea C. Arpaci-Dusseau 著、Arpaci-Dusseau Books)

英 Handouts written in Japanese and English will be distributed on Moodle by the day before the lecture.

Textbook (Japanese): "Multiprocessor Operating Systems" written by Akira Fukuda, Corona Publishing Co., Ltd.

Reference: "Operating Systems: Three Easy

## 成績評価の方法及び基準 Grading Policy

日 課題レポートの結果を100%として成績評価を行う。

E Performance evaluation of this subject will be conducted only by the term-end assignment report.

## 留意事項等 Point to consider

日 他人が作成したレポートを、自身が作成したとして提出しないこと。また、文章を引用する際は、引用箇所が明確に分かるようにし、出典を明記すること。

講義資料(PDF)を参照するために端末を持参することを推奨するが、各自で紙に印刷して持参しても構わない。

英 Do not plagiarize reports written by others. When quoting text, ensure the quotation is clearly identified and the source explicitly stated.

Bringing a device to refer to the lecture materials (PDF) is recommended, but you may also print them out on paper and bring them with you.