

# 自動運航関連技術の 社会実装に向けて

～船級協会としての業界貢献～

## 目次

1. 自動運航船とは
2. 技術開発の方向性
3. NKガイドライン
4. 進行中のプロジェクト
5. NKの今後の取り組み

## 自動運航船とは

### IMOの暫定案- MSC 100/20/Add.1 Annex 2 ClassNK

#### 自動運航船の定義と自動化レベル

**Degree one: *Ship with automated processes and decision support:***

Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated and at times be unsupervised but with seafarers on board ready to take control.

**Degree two: *Remotely controlled ship with seafarers on board:***

The ship is controlled and operated from another location. Seafarers are available on board to take control and to operate the shipboard systems and functions.

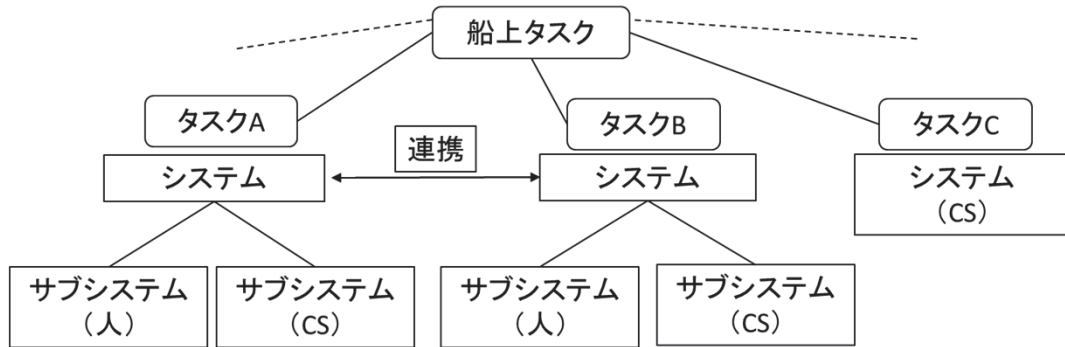
**Degree three: *Remotely controlled ship without seafarers on board:***

The ship is controlled and operated from another location. There are no seafarers on board.

**Degree four: *Fully autonomous ship:***

The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself.

- 船舶は1つの大きなシステム

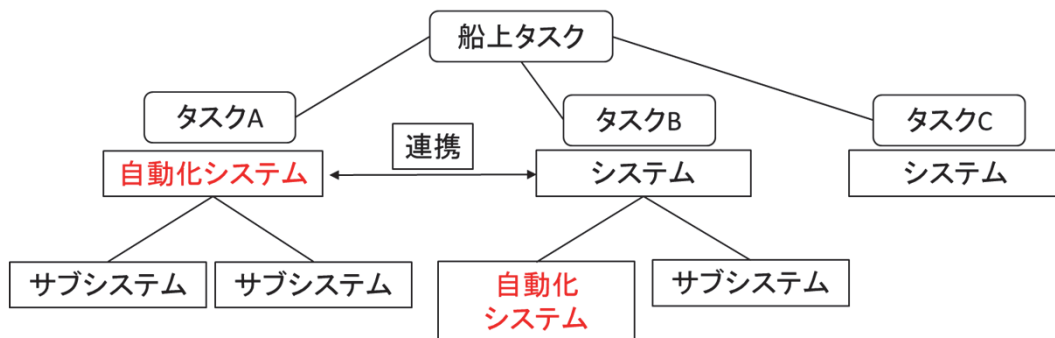


CS: コンピュータシステム

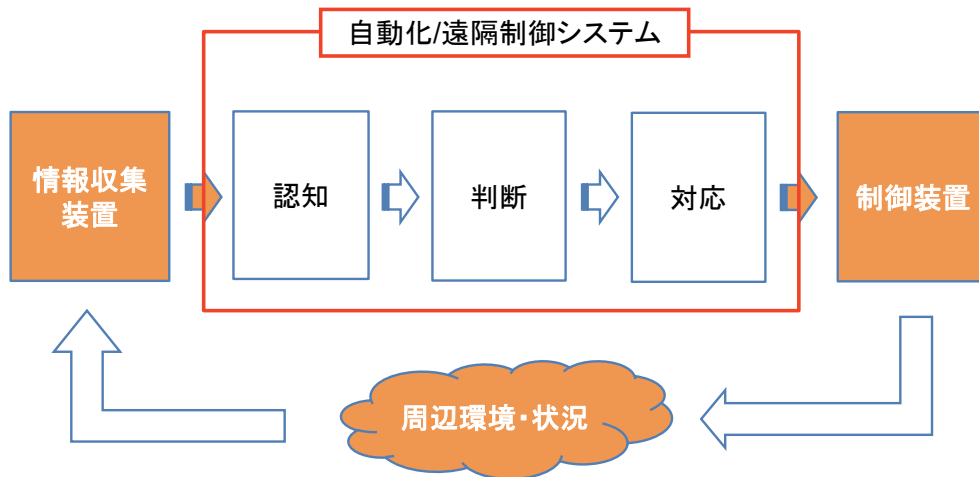
### タスクの例

- ・ 操船
- ・ 見張り
- ・ 推進
- ・ 電力管理
- ・ 貨物管理

- 船舶そのものではなく、船上タスクにフォーカス



船員がシステムの一部として果たしてきた意思決定プロセスを自動化/遠隔制御するシステムを対象



## 技術開発の方向性

- 多種多様な船上作業のうち、まずは「操船系タスク」を対象とした技術開発が進められている
- 自動化と遠隔
  - 自動化：「認知」の精度をどうやって向上させるか、等
  - 遠隔： 「安定した通信」をどうやって確保するか、等
- アプローチは様々
  - AIに代表されるような**最新技術**を持ち込む
  - **他業界**で既に確立された技術を持ち込む
  - 船舶で実績のある既存技術を**これまでにない形で組み合わせる**、等

- 「人と同等の安全性」をどうやって証明するか？ ⇒ **リスク評価**
  - リスク評価を効果的かつ効率的に行うための工夫が必要
    - ⇒ **安全性確保のための基本要素**
- (1) 自動化/遠隔制御の対象
  - (2) 自動化/遠隔制御システムと人間の役割分担
  - (3) 搭載に関する前提仕様
  - (4) 限定領域
  - (5) フォールバック
  - (6) ヒューマンマシンインターフェース
  - (7) サイバーセキュリティ
  - (8) コンピュータシステムの信頼性
- 機能要求仕様書に基づきリスク評価

# NKガイドライン

## 背景・概要

### 「自動運航，自律運航に関するガイドライン」 ～自動化/遠隔制御システムの設計開発，搭載並びに運用について～

自動運航船の開発における船舶特有の課題

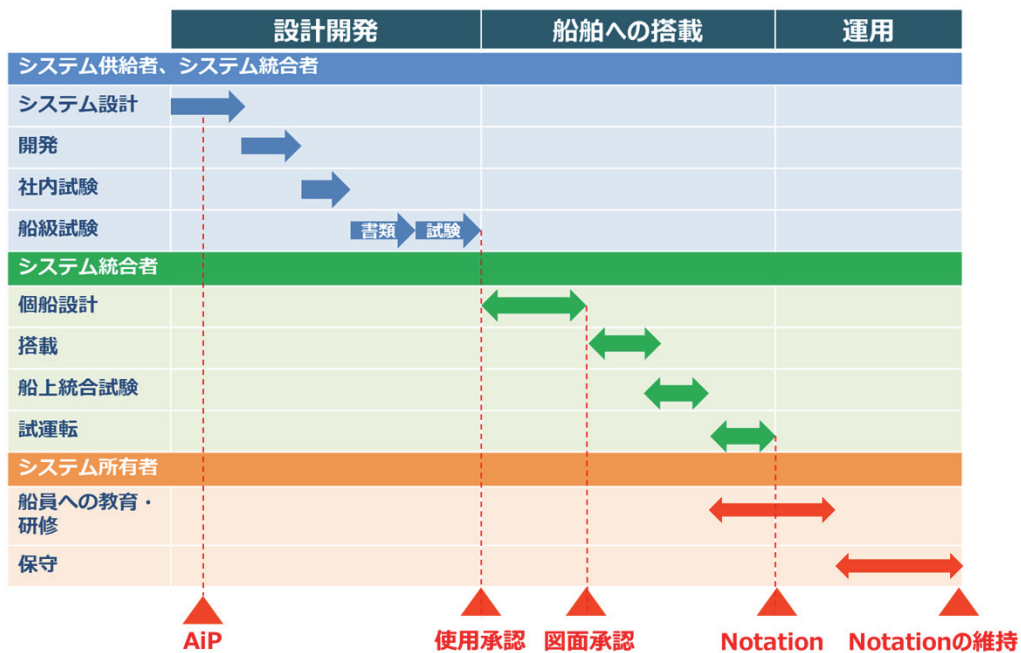
- 乗組員の船上作業は極めて多岐，多様
- 大別されるコンセプト
  - (1) 比較的小型/短航路船舶の船上省人化
  - (2) 船上作業支援のための部分自動化，遠隔支援
- 自動化や遠隔制御の対象も多様なものとなる可能性



設計開発，搭載，運航中の保守管理の各ステージにおいて，安全性確保の観点から考慮すべき共通の**基本要件及び手順**を取りまとめたガイドラインを発行(2020年1月)



## < 自動化システム及び遠隔制御システムの承認 >



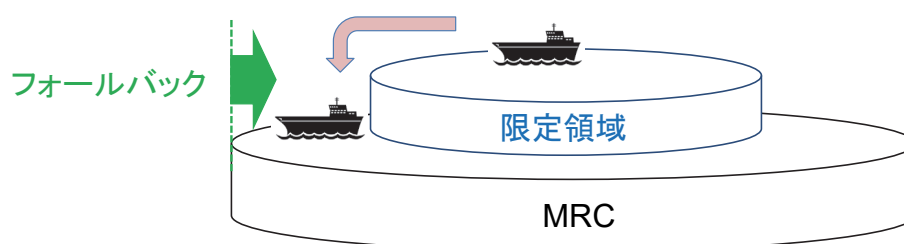
## 自動運航, 自律運航に関するガイドライン (Ver. 1.0)

～自動化システム/遠隔制御システムの設計開発, 搭載並びに運用について～

- ① 適用及び関連法規(1章)
- ② 自動化システム及び遠隔制御システムの承認(1章)
- ③ 用語と分類(2章)
- ④ 自動化システムの設計開発時における安全性確認(3章)
- ⑤ 船舶搭載時における安全性確認(4章)
- ⑥ 自動化システム搭載後の保守管理に関する要件(5章)
- ⑦ 安全性確認のためのリスク評価(6章)
- ⑧ 遠隔制御システムに関する要件(7章)

## 限定領域とMRCとフォールバック

- 限定領域: システムが適切に機能するべく設計で考えている運用の範囲
- MRC: Minimum Risk Condition  
例) 船舶の堪航性が維持された状態
- フォールバックは、自動化システムや遠隔制御システムが限定領域から逸脱した場合や故障した場合において、船舶の状態をMRC内にとどめるために行う行為。(MRCから限定領域内へ船舶の状態を戻す行為ではない。)
- 3つの関係性がシステムの安全性を検証する際の重要なポイントとなる。



## 安全性確認のためのリスク評価

## 【実施時期とポイント】

## (1) 設計開発時(使用承認取得時)

- 自動化/遠隔制御システム**単体**に対するハザード抽出が中心
- 後ステージでの検討課題(安全対策等)の明確化

## (2) 船舶搭載時(個船設計時)

- 自動化/遠隔制御システムに**連結**されるセンサー類や制御機器等を含むリスク評価
- 搭載船舶の他のシステムへの影響



# 審査

	概念設計	詳細設計	船舶への搭載
提出書類	機能要求仕様書(概念版) リスク評価結果(概念版)	機能要求仕様書(最終版) リスク評価結果 設計開発体制に関する資料 設計開発プロセスに関する資料 機能確認試験結果 試験方案	個船設計に関する資料 (リスク評価結果を含む) 船上システム統合試験方案
審査ポイント	<b>安全性確保のための基本要素</b> (1) 自動化の対象 (2) 自動化システムと人間の役割分担 (3) 搭載に関する前提仕様 (4) 限定領域 (5) フォールバック <b>リスク評価結果</b> ・従来船からの技術的差分 ・限定領域/フォールバック/MRCの関係性(GL 3.2.1.3)	<b>安全性確保のための基本要素</b> (6) HMI (7) サイバーセキュリティ (8) コンピュータシステムの信頼性 <b>設計開発体制及びプロセス</b> <b>機能確認試験結果</b> <b>リスク評価結果</b> ・フォールバックが必要となるシナリオの検証(GL 3.2.1.3)	船上機器と自動化システム/遠隔制御システムの連結・統合 <b>リスク評価結果</b> ・システム間連携(GL 4.2.2)
試験	---	機能実証試験	船上システム統合試験 海上試運転

# 概念設計段階での整理(推奨)

リスク評価を効率的かつ効果的に実施するために

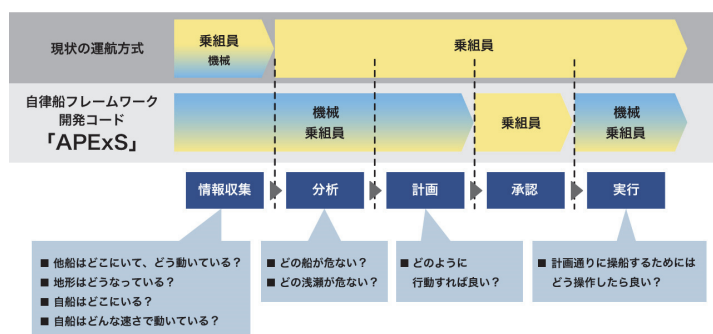
- ・「**安全性確保のための基本要素**」をベースに技術を要素分解
- ・既存技術からの「**差分**」を正しく理解する
- ・船級も含めた「**関係者で共有**」する
- ・「**専門家**」の知見を結集し、合理的に技術の評価を行う

タスク	サブタスク	情報収集装置	認知	判断	対応	制御装置	搭載に関する前提仕様	限定領域	フォールバック

## 日本郵船及びMTIが開発を進める自律船フレームワークに基本承認(AiP)を発行

- システムの使用条件やバックアップ体制などの安全性の検証を共に実施
- 同フレームワークがNKガイドラインに規定する安全要件を満たしていることを確認
- 2020年2月にAiPを発行

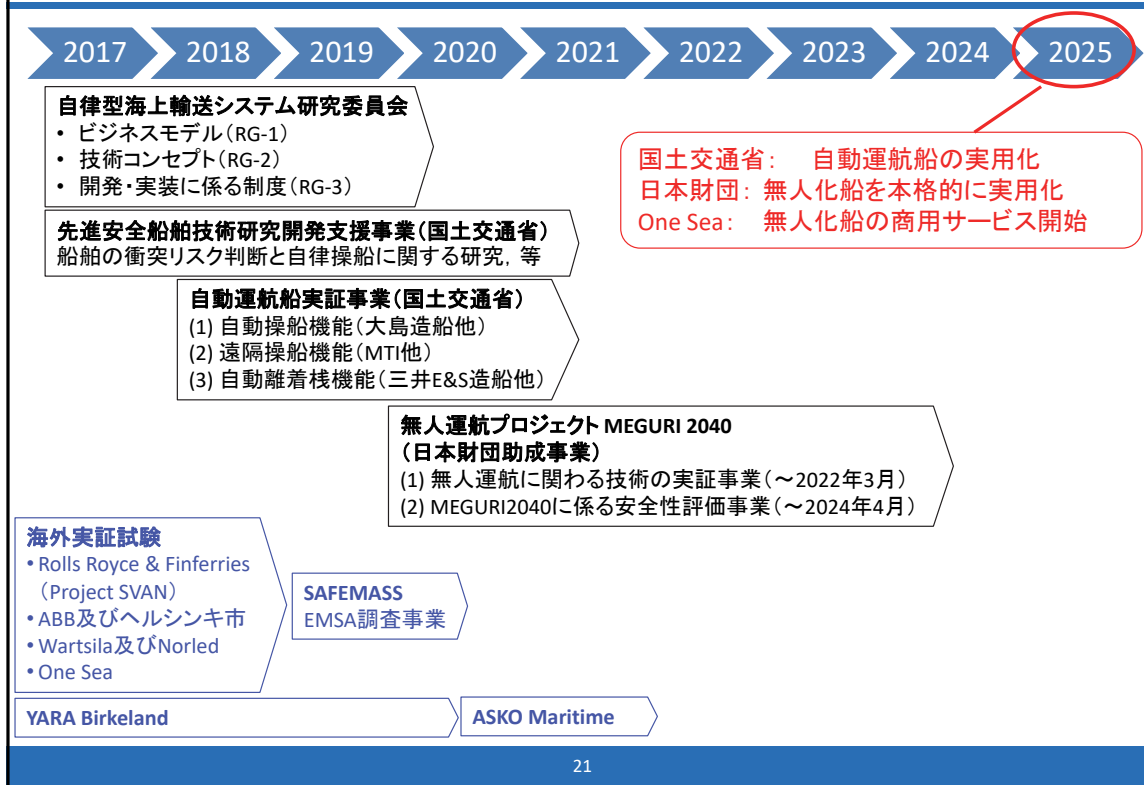
### 自律船フレームワーク 開発コード「APExS」



(出典) [https://www.nyk.com/news/2020/20200514\\_01.html](https://www.nyk.com/news/2020/20200514_01.html)

## 進行中のプロジェクト

# 自動運航船関連プロジェクト(全体像) ClassNK



## 国内主要プロジェクト

ClassNK

### 自動運航船実証事業



- ✓ 期間: 2018年7月～2021年3月
- ✓ 実船試験やシミュレーション試験によって安全性の検証に必要なデータの収集等を行い, 今後の安全要件策定の検討等につなげる

- (1) **自動操船機能(大島造船, MHIマリンエンジニアリング)**  
 自動操船プログラムの健全性を評価する手法等の確立に必要なデータの収集等を実施。
- (2) **遠隔操船機能(MTI, 船用機器メーカー等15機関\*)**  
 船舶から陸上に送信すべき情報とその量, 通信途絶等の緊急時の安全対策等の整理を実施。  
\*日本海洋科学, 海技研, イコーズ, 日本郵船, 京浜ドック, 三菱造船, IHI原動機, BEMAC, スカパーJSAT, 東京計器, 日本電信電話, NTTドコモ, 日本無線, 古野電気, 日本海事協会
- (3) **自動離着棧機能(三井E&S造船他, 商船三井, 東京海洋大学, 三井造船昭島研究所)**  
 自動離着棧システムの健全性の評価手法, 緊急時の安全性確保策等の確立に必要なデータの収集を実施。

## 国内主要プロジェクト

ClassNK

無人運航船プロジェクト“MEGURI2040” 無人運航船プロジェクト

**MEGURI**  
**2040**



### 【目的】

無人運航船の普及を通じ、  
日本の物流革命を起こすとともに、  
海運国日本の実力を世界に示す。

### 【目標】

Stage 1 : 2021年度までに世界初、既存航路において無人運航を実現する。  
Stage 2 : 2025年に無人運航船を本格的に実用化する。  
Stage 3 : 2040年までに内航船の50%を無人運航船とする

(出典) <https://youtu.be/enDPVmKJBos>

### 【事業】

- (1) 無人運航に関わる技術の実証事業
- (2) MEGURI2040に係る安全性評価事業

(出典)

<https://www.nippon-foundation.or.jp/who/news/pr/2020/20200612-45056.html>

<https://www.jstra.jp/conference/docs/MEGURI2040.pdf>

23

## 国内主要プロジェクト

ClassNK

### (1) 無人運航に関わる技術の実証事業



プロジェクト名	コンソーシアムメンバー(2020年6月時点)
スマートフェリーの開発	三菱造船, 新日本海フェリー
無人運航船@横須賀市猿島	丸紅, トライアングル, 三井E&S造船, 横須賀市
無人運航船の未来創造 ~多様な専門家で描くグランド・ デザイン~	日本海洋科学, イコーズ, ウェザーニューズ, EIZO, NTT, NTTドコモ, NTTコミュニケーションズ, MTI, ジャ パンハムワージ, ジャパン マリンユナイテッド, スカ パーJSAT, 東京計器, ナブテスコ, 日本海運, 日本郵 船, 日本無線, BEMAC, pluszero, 古野電気, 本田重 工業, 三菱総合研究所, 横河電子機器
内航コンテナ船とカーフェリーに 拠る無人化技術実証実験	商船三井, 古野電気, 三井E&S造船, セキド, 商船三 井フェリー, MOLマリン, 井本船舶, 井本商運
水陸両用無人運航技術の開発 ~ハッ場スマートモビリティ~	ITbookホールディングス, 長野原町, 埼玉工業大学, 日本水陸両用車協会, エイビット

(出典) <https://youtu.be/enDPVmKJBos>

キーワード: 内航船, 商用ルート, 自動操船, 遠隔監視

24

### (2) MEGURI2040に係る安全性評価事業



- (一財)日本船舶技術研究協会は、日本財団の助成を受けて、国立大学法人東京海洋大学と連携し、無人運航船の実用化を支え、その社会への受容性を高め、我が国の海事産業の変革と発展の一助となることを目的として、無人運航船の安全性評価等事業を開始しました。
- 本研究は、日本財団「無人運航船の実証実験に係る技術開発助成プログラム (MEGURI2040)」と連携し、個々の実証船舶に係る安全評価を行い、その際、安全レベルやその評価手法の開発を含む各種課題の解決を図ることとしています。
- この研究のステアリングを行う「無人運航船安全性評価ステアリング委員会」を設置し、その第1回会合を9月8日に開催致しました。

【実施期間】 2020年度から2023年度(4年計画)

【関係機関】

日本財団, 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所, 日本海事協会  
東京海洋大学, 海技教育機構

(出典) <https://www.jsira.jp/conference/docs/MEGURI2040.pdf>

### ASKO Maritime / Kongsberg Maritime / Massterly

- ノルウェーの自動運航船計画
- 2020年7月に、ASKO Maritime(ノルウェー)がインドのコチン造船へ自律運航型電気推進フェリー2隻(オプション2隻)を発注。
- ノルウェー政府(ENOVA)より約14億円の助成あり。



自律運航型電気推進フェリー  
(船長67m, 1,846 kWhバッテリー搭載)

(出典)

<https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2020/zero-emission-autonomous-vessels/>

## NKの今後の取り組み

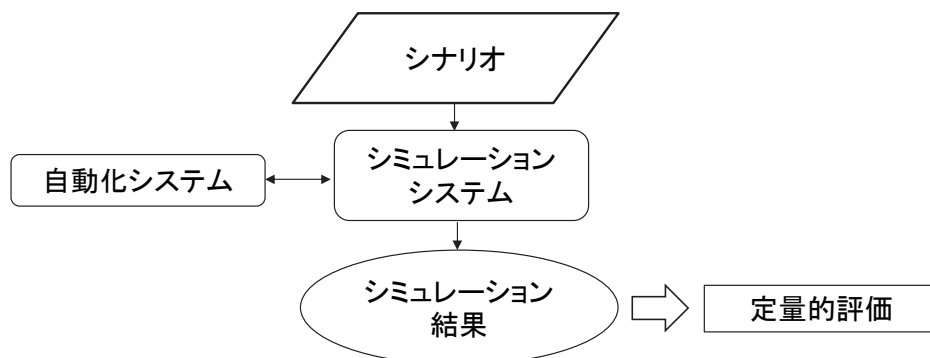
27

### NK技術研究所の重点取り組み項目 ClassNK

#### 自動運航関連技術の評価方法の確立

##### (1) 自動化システム(シミュレーションシステムの活用)

- ① 評価シナリオの確立
- ② シミュレーションシステムの要件整理
- ③ シミュレーション結果の定量的評価手法の確立



28

(2) 遠隔制御システム

- ① 通信の安定性の評価方法の確立
- ② 遠隔制御施設の要件の具体化
- ③ 遠隔制御従事者の要件の具体化



実証事業を通じて得た知見をフィードバックしていく

2025年の自動運航船の実現にむけて、NKは日本の船級協会として、安全性確保の観点から貢献して参ります

自動運航関連技術の社会実装に向けて  
～船級協会としての業界貢献～

ご清聴ありがとうございました

問い合わせ先

自動運航技術の審査、承認に関する  
お問い合わせ；  
技術部  
Tel: 03-5226-2042  
E-Mail: [tsd@classnk.or.jp](mailto:tsd@classnk.or.jp)

技術的な内容に関する  
お問い合わせ；  
技術研究所  
Tel: 03-5226-2737  
E-Mail: [ri@classnk.or.jp](mailto:ri@classnk.or.jp)

