



Received: 2026/05/23
Revised: 2026/06/04
Accepted: 2026/06/17
Published: 2026/06/30

***Corresponding Author:**

Hyeong Gon Kim
271, Jaun-ro, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea
E-mail: jandane@naver.com

Abstract

현대 해상전에서 단일 함정 중심의 방공·교전은 수평선 제한으로 인해 저고도 대함유도탄, 순항미사일, 무인기 등 복합위협에 대한 조기탐지와 교전시간 확보에 한계를 가진다. 특히 대함무기체계가 해수면일착 비행, 초음속화, 종말단계 기동능력을 강화하면서 함정의 대응시간은 더욱 단축되고 있다. 본 연구는 미 해군 CEC 및 NIFC-CA 개념을 한국해군의 초수평선 협동교전능력 발전을 위한 참고모델로 검토하고, 이를 바탕으로 한국형 전술데이터링크, 교전메시지, 전투체계 기반 방공무기체계, 항공·무인 감시중계자산을 연계한 초수평선 협동교전 능력의 발전방향을 제시한다.

Single-ship naval air defense is constrained by line-of-sight limitations, particularly against low-altitude anti-ship missiles, cruise missiles, and unmanned systems. As anti-ship weapons evolve toward sea-skimming flight, supersonic speed, and terminal maneuvering, a warship's reaction time is further compressed. This study examines the U.S. Navy's CEC and NIFC-CA concepts as operational reference models for the Republic of Korea Navy and proposes a development direction linking Korean tactical data links, engagement messages, combat systems, air-defense weapons, and airborne or unmanned relay nodes.

Keywords

대한민국 해군(Republic of Korea Navy),
해군통합화력통제-대공전(Naval Integrated Fire Control-Counter Air),
협동교전능력(Cooperative Engagement Capability),
전술데이터링크(Tactical Data Link)

한국해군의 초수평선 협동교전능력 발전방향

Development Direction for the Republic of Korea Navy's Beyond-the-Horizon Cooperative Engagement Capability

김형곤*

해군 소령/해군대학 지휘참모과정 학생장교

Hyeong Gon Kim*

LCDR, ROK Navy/Student officer of Naval Commander & Staff Course, ROK Naval War College

1. 서론

현대 해상전에서 함정의 생존성과 임무수행능력은 개별 플랫폼의 센서 성능이나 탑재무장의 사거리만으로 결정되지 않는다. 특히 저고도 대함유도탄, 순항미사일, 탄도미사일, 무인기 등 다양한 공중·미사일 위협은 함정이 제한된 시간 안에 표적을 탐지·식별하고 교전결심을 내려야 하는 부담을 가중시키고 있다. 만약 단일 함정이 자체 센서와 자체 무장에 의존하여 교전을 수행할 경우, 지구 곡률과 수평선 제한으로 인해 저고도 표적에 대한 조기탐지와 교전시간 확보에 구조적 한계가 발생한다.

국내에서도 협동교전능력에 관한 연구는 다양하게 진행되어 왔다. 김종훈(2015)은 한국해군 함정의 대함유도탄 대응을 위해 전투단 내 여러 함정이 표적정보를 실시간 송수신할 수 있는 통신프레임이 필요하다고 보았고, 정용태(2019)는 한국군 협동교전능력(CEC: Cooperative engagement capability) 체계의 효과목표로 표적추적 정확도, 적아식별 신뢰도, 추적지속성, 탐지-통제-교전 효율성, 초수평선 교전거리 확대를 제시하였다([1], p. 32, p. 43). 또한 이윤정(2013)은 Link-K와 Link-16 간 트랙번호 상호운용 문제를 분석하였고, 유상은·장대성(2023)은 precision cue와 forward pass 방식이 탄도탄 방어 가능 시간과 영역을 확대할 수 있음을 제시하였다([2], pp. 1186-1189). 이러한 선행연구는 한국형 협동교전능력 구축의 기술적·운용적 기반을 제공하지만, 대체로 CEC 효과분석, 통신프레임, 전술데이터링크 상호운용, 탄도탄

방어 협동교전에 집중하고 있다는 점에서 한계를 가진다.

본 연구는 미 해군의 해군통합화력통제-대공전(NIFC-CA: Naval integrated fire control-counter air) 개념이 지닌 작전논리를 벤치마킹하여, 한국 해군이 한국형 전투체계·전술데이터링크·센서·방공무기체계를 기반으로 초수평선 협동교전능력을 구현하기 위한 작전개념적 발전방향을 제시한다. 연구 범위는 특정 데이터링크 성능분석이나 무기체계 제원 비교가 아니라, 한국 해군의 작전개념과 전력발전 방향 제시에 한정한다.

2. 한국 해군 협동교전능력 확보의 필요성

2.1 대함 위협의 고도화와 대응시간 제한

최근 대함유도탄과 순항미사일은 장사정화, 초음속화, 저고도·해수면밀착(sea-skimming) 비행, 종말단계 회피기동, 다축 동시공격 방향으로 발전하고 있다. 특히 해수면밀착 표적은 지구 곡률과 해면 클러터의 영향으로 탐지가 지연되며, 함정은 표적이 수평선 위로 나타난 이후에야 탐지·식별·위협평가·무장할당·교전을 수행할 수 있다.

국내 연구에서도 이러한 제한이 확인된다. 김종훈(2015)은 마하 0.9, 해수면밀착 고도 40 ft, 세종대왕 함급 레이더 안테나 높이 55 ft를 가정하여 대함유도탄 최초탐지 가능시간을 산출하였고, 한반도 해상작전 환경에서 가장 짧은 대응시간을 요구하는 위협으로 해수면에 낮게 비행하여 접근하는 대함유도탄을 제시하였다([3], pp. 35-38). 이는 한국해군의 해상방공이 개별 함정의 자함방어 능력만으로는 충분하지 않으며, 전투단 차원의 조기경보·표적공유·교전협조가 필요하다는 점을 보여준다.

주변국 대함미사일은 저고도 비행을 넘어 초음속·고기동화되는 추세이다. 중국 YJ-12는 초음속 대함 순항미사일로 평가되며, 러시아의 Zircon 계열 극초음속 무기 역시 방공체계의 반응시간을 크게 줄이는 위협으로 지적된다[4]. 이러한 위협은 함정이 표적을 탐지한 이후 교전에 사용할 수 있는 시간을 분 단위가 아니라 수십 초, 경우에 따라 초 단위로 제한할 수 있다.

2.2 단일 함정 중심 교전의 구조적 한계

전통적인 함정 교전은 자함 센서가 탐지하고 자함 전투체계와 무장이 대응하는 구조를 기본으로 한다. 그러나 초음속·저고도·해수면밀착 위협의 경우 함정 레이더가 표적을 탐지한 시점에는 이미 위협이 근거리까지 접근했을 가능성이 크며, 식별·위협평가·무장할당·발사에 사용할 수 있는 시간이 극히 제한된다. 또한 센서와 슈터가 동일 플랫폼에 묶일 경우, 다른 함정·항공기·무인기 또는 지상 센서가 확보한 표적정보를 전투단 차원의 교전으로 연결하기 어렵다. 따라서 한국해군은 자함방어 능력 강화와 함께 외부 센서 정보를 활용하는 협동교전 구조로 발전해야 한다.

2.3 초수평선 협동교전의 필요성

초수평선 협동교전은 자함 센서가 직접 확보하지 못한 표적정보를 외부 센서와 네트워크를 통해 확보하고, 이를 교전통제와 무장운용으로 연결하는 개념이다. 이는 단순히 사거리가 긴 미사일을 운용하는 것이 아니라, 센서와 슈터를 분리하여 전투단 또는 합동 전력 차원에서 가장 유리한 교전조합을 구성하는 방식이다. 즉 외부 센서가 먼저 탐지하고, 전술데이터링크가 표적정보와 교전메시지를 전달하며, 함정 전투체계가 위협평가와 무장할당을 수행하고, 가장 적합한 슈터가 교전하는 구조가 필요하다.

이러한 구조는 탐지시간과 교전공간을 확장한다. 유상은·장대성(2023)은 탄도탄 다층 방어체계에 precision cue와 forward pass를 적용할 경우 교전 가능 시간과 영역이 확대될 수 있음을 분석하였다([5], pp. 672-677). 이는 해상방공에서도 같은 논리로 적용될 수 있다. 공중자산, 전방 함정, 지상 센서 또는 무인기가 표적을 먼저 탐지하고 이를 함정 전투체계와 공유할 수 있다면, 함정은 자함 레이더가 표적을 직접 포착하기 전부터 교전준비를 시작할 수 있기 때문이다.

3. 미 해군 협동교전능력과 NIFC-CA의 함의

3.1 CEC와 NIFC-CA의 개념

미 해군의 CEC는 분산된 함정과 항공기의 센서자

료를 실시간으로 공유·융합하여 전투단 전체의 전장 인식과 무장협조를 향상시키는 체계이다. 공개자료상 CEC는 여러 플랫폼의 대공탐색 센서자료를 단일 실시간 복합트랙으로 결합하여 전투단의 방공능력을 향상시키는 센서 네트워크 및 통합화력통제 체계로 설명된다[6].

NIFC-CA는 이러한 CEC 기반 위에서 공중 감시자산, 이지스 전투체계, 장거리 함대공미사일 등을 결합하여 초수평선 대공교전을 구현하려는 개념이다. 미 해군은 F-35B가 수집한 표적정보를 이지스 전투체계 및 SM-6와 연계하는 시험을 수행한 바 있으며, 이 사례는 외부 센서, 네트워크, 전투체계, 슈터가 하나의 화력통제 고리로 연결될 수 있음을 보여준다[7]. 따라서 NIFC-CA의 핵심은 특정 장비목록이 아니라, 원격 센서정보를 교전 가능한 정보로 전환하고 이를 슈터와 연결하는 작전논리이다.

3.2 EOR-LOR 개념과 초수평선 교전

협동교전의 핵심은 원격 표적정보를 교전에 활용하는 것이다. 이와 관련하여 EOR(engage-on-remote)과 LOR(launch-on-remote) 개념을 주목할 필요가 있다. EOR은 자함 센서가 아닌 원격 센서가 제공한 표적정보를 바탕으로 교전을 수행하는 개념이고, LOR은 자함 센서가 표적을 완전히 확보하기 전 원격 센서정보를 근거로 무장을 발사한 뒤 이후 갱신정보를 통해 교전을 이어가는 개념으로 이해할 수 있다. 체계와 무장별 세부 구현방식은 다를 수 있으나, 공통점은 원격 표적정보를 활용해 탐지·발사·교전의 시간적 여유를 확보한다는 데 있다.

국내 TBMD 연구에서도 CEC의 주요 기능으로 복합트랙 구성 및 식별, 정밀큐잉, 협동교전협조가 제시되었고, 협동교전협조 기능을 통해 자함 레이더가 표적을 직접 획득하지 못하더라도 다른 CEC 플랫폼의 레이더 자료를 사용하여 미사일을 발사하고 표적까지 유도할 수 있다고 설명하였다([8], pp. 963-964). 이러한 원격교전 개념은 해상방공에서도 중요한 함의를 갖는다. 저고도 대함유도탄에 대한 대응시간이 제한되는 상황에서 원격 표적정보를 활용한 발사·교전 절차는 함정 방공의 시간적 여유를 확대할 수 있기 때문이다.

3.3 한국해군에 대한 함의

미 해군 CEC/NIFC-CA의 함의는 한국 해군이 동일한 장비체계를 도입해야 한다는 의미가 아니라, 단일 플랫폼 중심 교전에서 해상전투단·합동전력 중심 교전망으로 전환해야 한다는 데 있다. 이를 위해 한국 해군은 전술데이터링크를 교전지원망으로 고도화하고, 함정 전투체계와 방공무기체계가 원격 표적정보를 활용할 수 있도록 연동하며, 항공전력과 UAV를 활용한 링크 중계 및 조기탐지 기능을 확보해야 한다. 동시에 교전메시지 형식, 교전권한, 무장할당, 중복교전 방지절차 등 교리와 절차도 병행 발전시켜야 한다.

4. 한국해군 초수평선 협동교전능력의 주요 발전 방향

미 해군 CEC/NIFC-CA의 핵심은 외부 센서가 표적을 먼저 탐지하고, 사격통제 수준의 표적정보를 공유하는 협동교전 네트워크가 이를 공유하며, 전투체계와 슈터가 하나의 화력통제 고리로 연결되는 작전논리이다. 한국 해군은 이 논리를 벤치마킹하되, 미국 CEC를 그대로 도입하기보다 한국형 전투체계, 전술데이터링크, 국산 센서 및 방공무기체계를 기반으로 한국형 초수평선 협동교전능력을 구현하는 방향을 추구해야 한다. CEC는 교전급 센서자료 공유, 복합트랙 생성, 전투체계 연동, 무장통제 절차가 결합된 군사 네트워크 체계이므로 수출통제와 기술보호의 영향을 받을 수 있으며, 외국 체계를 단순 탑재하는 방식은 한국 해군의 체계통합, 보안성, 독자운용성, 군수지원성 측면에서 제한을 가질 수 있다. 한국 해군은 연합작전 상호운용성을 유지하면서도 독자적 해상방공망을 운용해야 하므로, 미 CEC의 작전논리는 참고하되 구현 방식은 한국형 체계로 설계하는 것이 타당하다.

4.1 전술데이터링크와 교전메시지 체계 구축

한국군은 Link-16, Link-K 및 JTDLS 등 전술데이터링크 기반을 발전시켜 왔다. 이윤정(2013)은 한국군이 Link-11, Link-16을 운용하고 있으며, Link-K를

적용한 JTDLS를 전력화할 예정이라고 설명한다. 또한 Link-16은 연합작전 구조상 가입노드와 트랙번호 운용에 제약이 있는 반면, Link-K는 한국군이 독자적으로 관리할 수 있다는 장점을 가진다고 보았다([2], pp. 1186-1189). 최근 공개자료도 JTDLS 완성형 체계가 해군 함정 전투체계와 연동되고, 전송속도 향상, 항재밍 기능, 유·무선·위성 Link-K 체계 종합, Link-16·Link-22 연동 등을 목표로 추진되고 있음을 보여준다.

다만 협동교전은 단순 항적 공유가 아니라 표적정보, 트랙품질, 위협평가, 무장할당, 발사요청, 교전상태, 요격결과 등 교전메시지 처리를 요구한다. 가장 바람직한 방향은 공통상황도 유지를 위한 전술데이터링크망에서 교전지원 메시지까지 함께 처리하는 것이며, 이것이 어렵다면 Link-K/JTDLS 성능개량 또는 별도 협동교전용 링크망 개발이 필요하다.

4.2 한국형 전투체계와 방공무기체계의 협동교전 연동

협동교전은 데이터링크만으로 구현되지 않는다. 원격 센서가 제공한 표적정보가 함정 전투체계로 입력되고, 전투체계가 이를 위협으로 평가하며, 실제 방공무장이 이를 활용할 수 있어야 한다. 따라서 한국 해군은 한국형 전투체계를 탑재한 수상함을 협동교전망의 핵심 노드로 설정해야 한다.

개별 함정은 자함 센서와 자함 무장만을 운용하는 독립 플랫폼이 아니라, 타 함정·공중자산·육상 방공자산의 표적정보를 수신하고 필요시 자신이 보유한 방공무장을 제공하는 협동교전 노드로 기능해야 한다. 이를 위해 함정 전투체계는 원격 표적정보 수신, 트랙품질 평가, 위협평가, 무장할당, 발사요청·승인, 교전결과 공유 기능을 갖추어야 한다. 한국의 SM-6 획득 추진은 장거리 해상방공능력 강화 여건을 제공하지만, 이러한 무장은 외부 센서·전술데이터링크·전투체계와 연동될 때 초수평선 협동교전의 실질적 슈터로 기능할 수 있다[9].

따라서 한국형 협동교전능력은 단순한 “교전구조 전환”만이 아니다. 교전구조와 교리의 전환을 전제로 하되, 이를 구현할 전술데이터링크, 전투체계, 방공무기체계, 항공·무인 중계전력의 도입 및 성능개량이 병행되어야 한다.

4.3 항공전력 및 UAV 기반 초수평선 감시·중계능력 확보

초수평선 제한을 극복하기 위해서는 항공전력 및 무인기 기반 감시·중계능력이 필요하다. 해상 플랫폼만으로는 저고도 표적 조기탐지와 원거리 링크 중계에 한계가 있다. 미 해군의 NIFC-CA에서 공중센서가 초수평선 위협을 탐지하고 이지스 전투체계-SM-6 교전과 연계된 것처럼, 한국형 체계도 조기탐지·표적정보 중계·전투관리 지원 역할을 수행할 공중노드를 필요로 한다.

한국형 체계에서는 공군 조기경보통제기, 해상초계기, 고고도 무인기, 함상 무인기, 장기체공 UAV 등을 기능별로 조합할 수 있다. 초기에는 항공자산이 해상 표적정보를 중계하고 저고도 위협에 대한 조기경보를 제공하는 역할에 중점을 둘 수 있다. 이후 UAV가 전방 감시노드 또는 공중 링크 중계소로 운용되면, 함정의 수평선 제한을 완화하고 협동교전망의 공간적 범위를 확장할 수 있다.

4.4 단계적 발전 로드맵

한국형 초수평선 협동교전능력은 단기간에 완성될 수 없다. 데이터링크, 메시지 형식, 전투체계, 방공무기체계, 공중중계자산, 지휘통제절차가 모두 연동되어야 하므로 단계적 발전 로드맵이 필요하다.

Table 1. Phased development roadmap

Phase	Main Effort
Phase 1	Assess the engagement-level performance of current tactical data links such as Link-K/JTDLS and define cooperative engagement message formats
Phase 2	Develop limited ship-to-ship cooperative engagement based on Korean combat systems
Phase 3	Integrate airborne/UAV relay nodes and sea-/land-based air defense systems and consider a dedicated cooperative engagement data link if required

이 로드맵의 핵심은 협동교전능력을 단순한 데이터링크 개발사업으로 축소하지 않는 것이다. 한국형 협동교전능력은 전술데이터링크, 교전메시지, 전투체계, 방공무기체계, 항공·무인 중계자산, 지휘통제절차가 함께 발전할 때 구현될 수 있다.

5. 결론

현대 해상전에서 단일 함정 중심의 방공·교전은 수평선 제한과 짧은 반응시간이라는 구조적 한계를 가진다. 저고도 대함유도탄, 순항미사일, 무인기 등 복합 위협이 증가하는 상황에서 한국 해군은 플랫폼 중심 교전에서 네트워크 중심 협동교전으로 발전해야 한다.

미 해군의 CEC와 NIFC-CA는 이러한 전환의 대표적인 벤치마킹 모델이 될 수 있다. 그러나 이를 한국 해군에 적용함에 있어서 중요한 것은 NIFC-CA의 장비 구성이 아니라, 외부 센서가 먼저 보고, 네트워크가 연결하며, 가장 적합한 슈터가 교전하는 작전논리이다. 한국 해군은 이 논리를 한국형 전술데이터링크 체계, 한국형 전투체계 기반 방공무기체계, 항공·무인 감시중계자산과 결합하여 한국형 초수평선 협동교전능력의 발전 방향으로 구체화해야 한다.

결론적으로 한국 해군의 초수평선 협동교전능력 발전은 교리와 인식의 전환만으로 달성되지 않는다. 공통상황도와 교전메시지를 함께 처리할 수 있는 전술데이터링크, 원격 표적정보를 활용할 수 있는 한국형 전투체계와 방공무기체계, 초수평선 감시·중계를 지원할 항공전력 및 UAV, 그리고 이를 통제할 지휘 통제절차가 병행되어야 한다.

다만 본 연구는 한국 해군 협동교전능력의 세부 구현방안을 완결적으로 제시하기보다, 미 해군 NIFC-CA의 작전논리를 한국형 전투체계로 구현하기 위한 발전방향을 제시하는데 중점을 두었다. 향후 연구에서는 협동교전용 데이터링크의 통신방식과 메시지 형식, 공통상황도 메시지와 교전메시지의 우선순위, 한국형 전투체계와 우선 연동할 방공무기체계, 초수평선 표적정보 확보를 위한 항공전력 및 UAV 운용개념을 구체화할 필요가 있다. 이러한 후속 연구가 병행될 때 한국 해군은 NIFC-CA의 작전논리를 한국형 체계로 구현할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Yong-Tae Jung, 'A Methodology for Analyzing the Effects of Cooperative Engagement Capability System Applied to Naval Operations,' Ph.D. thesis, Hannam University, 2019.
- [2] Youn-jeong Lee, Sang-jun Kim, and Man-yeob Lim, 'Methodology of Interoperating Link-K Track Number in Multi TDLs,' The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences C, VOL. 38, NO. 12, 2013, pp. 1186-1195.
- [3] Kim, Jong-Hoon, 'A Study on the Communication Frame for Cooperative Engagement Capability of Korean Naval Ships,' Master's thesis, Korea University, 2015.
- [4] Reuters, 'Ukraine Says Russia Has Fired Five Zircon Missiles at Kyiv This Year,' 2024.04.01.
<https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-says-russia-has-fired-five-zircon-missiles-kyiv-this-year-2024-04-01/> (accessed 2026.05.08.)
- [5] Sang Eun Yoo and Dae-Sung Jang, 'Analysis of Defense Effectiveness in Cooperative Engagement for Multi-Layered Missile Defense System with Differing Ballistic Missile Trajectories,' Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, VOL. 29, NO. 8, 2023, pp. 671-678.
- [6] Naval Sea Systems Command, 'Cooperative Engagement Capability: Enhancing Battlefield Awareness,' 2025.08.21.
<https://www.navsea.navy.mil/Media/News/Article-View/Article/4281878/cooperative-engagement-capability-enhancing-battlefield-awareness/> (accessed 2026.05.12.)
- [7] Naval Sea Systems Command, 'Navy Conducts First Live Fire NIFC-CA Test with F-35,' 2016.09.13.
<https://www.navsea.navy.mil/Media/News/Article/942188/navy-conducts-first-live-fire-nifc-ca-test-with-f-35/> (accessed 2026.05.10.)
- [8] So-Yeon Jeong, Yong-Soo Kwon, and Jin-Wook Eom, 'Effective Operational Measures for Cooperative Engagement Capability,' in proceedings of the 8th Defense Technology Conference, 2012, pp. 961-967.
- [9] Juho Lee, "South Korea to Acquire SM-6 Missiles for KDX III Batch II Destroyers," Naval News, 2022.04.28.
<https://www.navalnews.com/naval-news/2022/04/south-korea-to-acquire-sm-6-missiles-for-kdx-iii-batch-ii-destroyers/> (accessed 2026.06.05.)